

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

**Okružní křižovatka Rožnovská - Masarykova - Nádražní ve Valašském
Meziříčí**

Roundabout Roznovska - Masarykova - Nadrazni in Valasske Mezirici

Student:

Bc. Dalibor Píštěk

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Dalibor Pištěk**
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3607T036 Dopravní stavby
Téma: **Okružní křižovatka Rožnovská - Masarykova - Nádražní ve Valašském Meziříčí**
Roundabout Roznovska - Masarykova - Nadrazni in Valasske Mezirici

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je analyzovat bezpečnost silničního provozu na křižovatce Rožnovská - Masarykova - Nádražní ve Valašském Meziříčí a navrhnout potřebná opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti dopravy. Práce bude obsahovat výsledky provedených dopravních průzkumů (průzkum intenzit, směrový průzkum, analýzu dopravní nehodovosti, videoanalýzu konfliktních situací atp.). Budou provedeny potřebné kapacitní výpočty (současného i výhledového stavu), návrhy úprav zadané křižovatky (vč. výkresové dokumentace) a simulační modely v programu PTV VISSIM. Navržena bude okružní křižovatka se světelným signalizačním zařízením, světelně řízená průsečná křižovatka, příp. jiné řešení, které se bude lišit od již existujících dříve řešených návrhů úprav stávající křižovatky.

Seznam doporučené odborné literatury:

Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1

Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy II.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8

TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích: Technické podmínky. 2. vyd. Brno: CDV Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9.

TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích: Technické podmínky. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2005, 54 s.

TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2007, 64 s. ISBN 978-80-902527-6-9.

TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 56 s. ISBN 978-80-87394-02-01.

TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 52 s. ISBN 978-80-87394-03-8.

ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* (vč. změn)

Uživatelský manuál k programu PTV VISSIM

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 27.02.2015

Datum odevzdání: 30.11.2015



doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 30. 11. 2015

..... 

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na mojí diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 30. 11. 2015

..... 

podpis studenta

Anotace

PÍŠTĚK, Dalibor. *Okružní křižovatka Rožnovská - Masarykova - Nádražní ve Valašském Meziříčí*. Ostrava. 66 s. 2015. Diplomová práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Cílem diplomové práce je analyzovat bezpečnost silničního provozu na okružní křižovatce Rožnovská - Masarykova - Nádražní ve Valašském Meziříčí a navrhnout potřebná opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti dopravy. Součástí diplomové práce je zpracovaný dopravní průzkum, průzkum intenzit dopravy, směrový průzkum, výpočet prognózy intenzit dopravy pro výhledový rok 2030, kapacitní výpočty, analýza dopravní nehodovosti. Je vypracován návrh stavebního uspořádání, jehož průjezdnost je ověřena vlečnými křivkami v programu AutoTURN, simulace dopravních proudů je provedena v programu PTV VISSIM. V závěru práce jsou vyhodnocena řešení nového stavebního uspořádání okružní křižovatky, které vedou k zvýšení plynulosti a bezpečnosti dopravy.

Klíčová slova:

dopravní průzkum, výpočet kapacity, dopravní nehodovost, AutoTURN, PTV VISSIM.

Abstract

PÍŠTĚK, Dalibor. *Roundabout Roznovska - Masarykova - Nadrazni in Valasske Mezirici*. Ostrava. 66 p. 2015. Thesis. VŠB - Technical University of Ostrava. Supervisor doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Aim of this thesis is to evaluate the status of road safety at the roundabout Roznovska - Masarykova - Nadrazni in Valasske Mezirici and propose the necessary measures to improve the flow and safety of traffic. Part of the thesis is processed traffic survey, survey traffic intensity, directional survey, calculation of projected traffic volume for a prospective 2030, capacity calculations, analysis of traffic accidents. There is a proposal of building layout, the passability is verified beam

curves in the program AutoTURN, traffic flow simulation is performed in the program PTV VISSIM. In the end of the thesis there are evaluated new solutions of construction layout roundabout, which leads to improve the traffic flow and safety of traffic.

Key words:

traffic survey, capacity calculation, traffic accidents, AutoTURN, PTV VISSIM.

OBSAH

SEZNAM VELIČIN	10
SEZNAM ZKRATEK	11
1. ÚVOD	13
2. POPIS KŘÍŽOVATKY A OKOLÍ	14
2.1 Stavebně-technický stav	16
2.2 Dopravní vztahy.....	17
2.3 Zjištěné problémy	18
3. DOPRAVNÍ PRŮZKUM	21
3.1 Metodika průzkumu.....	21
3.2 Sčítání dopravy	22
3.3 Skupiny vozidel	23
3.4 Stanovení ročního průměru denních intenzit.....	24
3.4.1 Denní intenzita dopravy.....	24
3.4.2 Týdenní průměr denních intenzit.....	26
3.4.3 Roční průměr denních intenzit dopravy (<i>RPDI</i>).....	27
3.4.4 Stanovení intenzity cyklistické dopravy.....	29
3.4.5 Stanovení intenzity pěší dopravy.....	30
3.4.6 Stanovení přesnosti odhadu intenzit dopravy.....	31
3.5 Stanovení hodinové intenzity dopravy	32
3.5.2 Stanovení hodinové intenzity z hodnoty <i>RPDI</i>	34
3.6 Výhledová intenzita dopravy pro rok 2040	36
3.6.1 Výpočet výhledové intenzity dopravy	37
4. DOPRAVNÍ NEHODOVOST	39
4.1 Relativní nehodovost	42
4.2 Videoanalýza konfliktních situací	43
4.2.1 Popis konfliktních situací	45
5. KAPACITNÍ POSOUZENÍ	48
5.1 Kapacitní posouzení - současný stav	48
5.2 Zhodnocení současného stavu	50
5.3 Kapacitní posouzení - výhled pro rok 2040.....	51
5.4 Zhodnocení výhledového stavu	52

6. NÁVRH I	53
6.1 Spirálová okružní křižovatka	53
6.2 Varianta A - Spirálová okružní křižovatka	53
Stavebně-technický stav	53
6.2.1 Zajištění shody rychlostí	56
6.3 Kapacitní výpočet - Varianta A	58
6.4 Varianta B - Spirálová okružní křižovatka řízená SSZ	59
Umístění návěstidel	59
6.4.1 Metodika návrhu signálního plánu a kapacitního výpočtu	59
6.5 Kapacitní výpočet - Návrh I - Varianta B	62
6.5.1 Zhodnocení Návrhu I - Varianta B	63
6.6 Ověření průjezdnosti	63
7. NÁVRH II	64
7.1 Okružní křižovatka řízená SSZ	64
Umístění návěstidel	64
8. VIZUALIZACE	67
8.1 Způsob hodnocení - Vehicle travel time	67
8.1.1 Návrh I - Varianta B	67
8.1.2 Návrh II	68
8.2 Způsob hodnocení - Queue counters	68
9. HODNOCENÍ	69
9.1 Současný stav	69
9.2 Návrh I - Varianta A	69
9.3 Návrh I - Varianta B	70
9.4 Návrh II	70
10 ZÁVĚR	71
Poděkování	72
Seznam použité literatury	73
Seznam tabulek	74
Seznam obrázků	75
Přílohy	76

SEZNAM VELIČIN

A	Autobusy
C	Jízdní kola
D	Dálnice
DN	Dopravní nehoda
E	Silnice I. třídy se statutem mezinárodní silnice
CH	Chodci
I	Silnice I. třídy bez statutu mezinárodní silnice
II	Silnice II. třídy
K	Nákladní soupravy
Koef.	Koeficient
KS	Konfliktní situace
LV	Lehká vozidla
LZ	Lehce zraněno
M	Motocykly
MHD	Městská hromadná doprava
N	Nákladní automobily
O	Osobní automobily
obr.	Obrázek
OK	Okružní křižovatka
PČR	Policie České republiky
RPDI	Roční průměr denních intenzit dopravy
SSZ	Světelné signalizační zařízení
tab.	Tabulka
TP	Technické podmínky
TV	Těžká vozidla
TZ	Těžce zraněno
U	Usmrceno
ÚKD	Úroveň kvality dopravy

SEZNAM ZKRATEK

Σp_i^d	součet podílu hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%].
a_v	stupeň vytížení
b	vzdálenost mezi kolizními body [m]
C_e	kapacita výjezdu [pvoz/h]
C_i	kapacita vjezdu [pvoz/h]
d_p	délka přechodu [m]
f	koeficient příčného tření, závislý na rychlosti vozidla [-]
I	průměrná denní intenzita provozu [vozidel/24 hodin]
I_{0i}	výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/den]. [voz/h]
I_{50}	padesátirázová hodinová intenzita dopravy [voz/h]
$I_{BPD,50}$	přepočtový koeficient špičkové hodinové intenzity dopravy v běžný pracovní den na padesátirázovou hodinovou intenzitu dopravy [-]
I_d	denní intenzita dopravy v den průzkumu [voz/den]
I_e	intenzita výjezdu [pvoz/h]
I_h	hodinové intenzity dopravy v době průzkumu [voz/h]
I_i	intenzita vjezdu [pvoz/h]
I_k	intenzita na okruhu [pvoz/h]
I_m	intenzita dopravy v době průzkumu [voz/doba průzkumu]
I_{sh}	intenzita dopravy špičkové hodiny v běžný pracovní den [voz/h]
I_t	týdenní průměr denních intenzit [voz/den]
I_{vi}	výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/den]. [voz/h]
k_{0i}	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-]
$k_{d,t}$	přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy (zohlednění týdenních variací intenzity dopravy) [-]
$k_{m,d}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy v den průzkumu [-]
k_{pi}	koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-]
$k_{RPDI,sh}$	přepočtový koeficient ročního průměru denních intenzit dopravy na špičkovou

$k_{t,RPDI}$	přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy v týdnu průzkumu na roční průměr denních intenzit dopravy (zohlednění ročních variací intenzit dopravy) [-]
k_{vi}	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-]
L_{F1}	průměrná délka fronty na začátku zeleného signálu [m]
N_o	celkový počet nehod ve sledovaném období [t]
p	příčný sklon [%]
p_i^r	podíl denní intenzity dopravy daného měsíce v roce k ročnímu průměru denních intenzit dopravy [%]
p_i^t	podíl denní intenzity dopravy v den průzkumu k týdennímu průměru denních intenzit dopravy [%]
R	poloměr směrového oblouku [m]
R	relativní nehodovost [počet DN/mil. voz]
R_e	poloměr výjezdu [m]
Rez	rezerva kapacity [pvoz/h]
R_i	poloměr vjezdu [m]
$RPDI$	roční průměr denních intenzit dopravy [voz/den]
S_v	saturovaný tok vjezdu [pvoz/h]
S_v	saturovaný tok vjezdu [pvoz/h]
t	sledované období [roky]
t_c	délka cyklu [s]
t_w	střední doba zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky [s]
v	návrhová rychlost [km/h]
z	délka zelené [s]
δ	odchylka odhadu ročního průměru denních intenzit dopravy [%]

1. ÚVOD

Trend rostoucí automobilizace a motorizace se v současné době stává stále větším problémem. S ohledem na růst počtu vozidel roste i hustota provozu na komunikační síti. Tím se zvyšuje i pravděpodobnost vzniku konfliktních situací a dopravních nehod.

Stále větší dostupnost motorových vozidel se postupně stává problémem jak ve městech, tak i na celém území České republiky. Tento trend si žádá větší prostor a to jak na pozemních komunikacích, tak i v odstavování a parkování vozidel. Projevem takového růstu je častá nutnost oprav a modernizace již stávajících komunikací. Dobře provedený návrh do budoucna je ve většině případů nákladný. Proto se volí verze levnější. Je to kompromis mezi finančními prostředky, nutností modernizace a úprav, který se v počátku může jevit cenově výhodnější. Mnohdy si ovšem žádá investice do budoucna v podobě oprav, dlouhodobém výhledu nemusí být takovéto řešení nejlevnější. Nový návrh však snižuje nutnost investice v dalších letech.

V první části diplomové práce se budu zabývat okružní křižovatkou Rožnovská - Masarykova - Nádražní ve Valašském Meziříčí. Mým cílem je přiblížit problematiku lokality, zhodnotit současný stav křižovatky z hlediska bezpečnosti a plynulosti provozu. Za pomoci hodnot získaných z dopravního průzkumu zhodnotím danou křižovátku z hlediska její kapacity jak pro současný, tak pro výhledový rok. Dále bude provedena analýza dopravní nehodovosti a konfliktních situací.

V další části práce bude za pomoci potřebných výpočtů dle platných předpisů a norem stanoven nový návrh stavebního uspořádání. Návrh bude kapacitně posouzen a bude provedena simulace v programu PTV Vissim. Součástí bude ověření průjezdnosti pomocí vlečných křivek v programu AutoTURN a výkresová dokumentace.

2. POPIS KŘÍŽOVATKY A OKOLÍ

Silniční síť Zlínského kraje je tvořena 2 120 km dálnic, rychlostních silnic a silnic I., II. a III. třídy. S 0,53 km silnic na 1 km² území se jedná o podprůměrnou hustotu silniční sítě než je průměrná na území České republiky. Nižší hustota sítě je dána zejména konfigurací terénu v některých oblastech území. [1]

Z toho plyne i omezená možnost vedení silničních tras územím a možnost odklonění transnitní dopravy mimo území měst a obcí.

Valašské Meziříčí se nachází v okrese Vsetín ve Zlínském kraji, 15 km severně od Vsetína na soutoku Rožnovské a Vsetínské Bečvy. Žije zde okolo 23 000 obyvatel. Svou polohou představuje vstupní bránu Moravskoslezských Beskyd. S ohledem na umístění lze říci, že se jedná o důležitý dopravní uzel. [2]



Obrázek 1 - Poloha křižovatky [3]

Řešená okružní křižovatka se nachází na křížení silnice I/57 (ve směru Nový Jičín - Vsetín), silnice I/35, která je součástí E442 (ve směru Hranice - Rožnov pod Radhoštěm) a silnice II/150 (ve směru Bystřice pod Hostýnem - Valašské Meziříčí).

Silnice I/57 procházející městem patří k páteřním trasám na východě území České republiky ve směru sever-jih (jih-sever), a to od polských po slovenské hranice. Silnice E442 je silnice mezinárodního významu (západ-východ), je vedena v trase Karlovy Vary - Žilina, v úseku od Hranic je tato silnice vedena po I/35. Poslední komunikací, nacházející se na řešené křižovatce ve Valašském Meziříčí, je silnice II/150 z Bystřice pod Hostýnem, která zde končí zaústěním do okružní křižovatky.



Obrázek 2 - Detail řešené křižovatky [3]

2.1 Stavebně-technický stav

Jedná se o úrovniovou okružní křižovatku s jedním jízdním pásem na okruhu. Přednost na křižovatce je zajištěna svislým dopravním značením č.P 4 - Dej přednost v jízdě!

Vnější průměr okružní křižovatky je 38,0 m. Středový ostrůvek je tvořen kruhem o průměru 21,0 m. Součástí středového ostrůvku je prstenec, který je vyznačen vodorovným dopravním značením. Jeho šířka je 2,2 m a slouží pro pojíždění rozměrnými vozidly. Šířka okružního jízdního pásu se pohybuje v rozmezí 6,0 - 6,5 m.

Ramena okružní křižovatky

Okružní křižovatka je tvořena čtyřmi rameny, vjezdy i výjezdy jsou na všech ramenou jednopruhé. Dělicí ostrůvky na paprscích okružní křižovatky jsou navrženy pro usměrnění provozu, zpomalení vjíždějících vozidel na okružní jízdní pás křižovatky a pro bezpečný pohyb chodců. Přechody pro chodce se nacházejí v každém směru a jsou vedeny přes dělicí ostrůvky. Každý z přechodů pro chodce je vyznačen svislým dopravním značením č. IP 6 - Přechod pro chodce. Šířky přechodů pro chodce jsou na rameni A, B: 5,0 m a na rameni C, D: 3,0 m.

- Rameno A je tvořeno dělicím pásem, který slouží pro bezpečné přecházení chodců o šířce čela 7,5 m a délce 34,0 m. Šířka vjezdu je 5,0 m a šířka výjezdu je 5,5 m.
- Rameno B je tvořeno dělicím ostrůvkem trojúhelníkového tvaru o šířce 6,0 m a délce 15,5 m. Šířka vjezdu je 4,0 m, šířka výjezdu je 5,5 m.
- Rameno C je tvořeno dělicím pásem o šířce čela 7,5 m a délce 46,0 m. Šířka vjezdu je 5,0 m, šířka výjezdu je 5,5 m.
- Rameno D je tvořeno dělicím ostrůvkem o šířce 5,5 m a délce 16,5 m. Šířka vjezdu je 5,5 m, šířka výjezdu je 5,5 m.



Obrázek 3 - Detail křižovatky a označení ramen [3]

2.2 Dopravní vztahy

Provoz ve městě, jakožto i na řešené křižovatce, je ovlivněn transnitní dopravou a místní průmyslovou výrobou, zejména společností DEZA a.s., která se nachází na ul. Masarykova severně od řešené křižovatky.

Dále se v okolí nachází prodejna Tesco (ul. Masarykova) vzdálená 900 m a prodejna společnosti Kaufland (ul. Nádražní), přibližně 500 m od dotčené křižovatky.

2.3 Zjištěné problémy

Hlavním problémem okružní křižovatky je dopravní kongesce způsobená vysokou intenzitou provozu. Jedná se zejména o intenzity provozu na silnici E442, která je vedena po silnici I/35 ve směru Hranice - Rožnov pod Radhoštěm. Největší kongesce byla zaznamenána na vjezdu ramena C. Na rameni C se kumulovala doprava ze silnic I/35 ve směru Hranice - Rožnov pod Radhoštěm a I/57 ve směru Nový Jičín - Vsetín, která se na silnici I/35 napojovala 0,9 km severně od řešené křižovatky. Nejlépe je tento problém patrný z obr. 4. Na průjezdnost okružní křižovatkou má také vliv vysoký podíl nákladní dopravy.



Obrázek 4 - Tvorba kolon na rameni C (ul. Masarykova) [3]

Vzhledem k vysokým intenzitám provozu na rameni C docházelo k tvorbě kolon na vjezdu ramena B, jak je vidět na obr. 5.

Mezi nedostatky patří i nesprávně provedené úpravy v místech přechodů pro chodce. Jedná se zejména o chybějící varovné a signální pásy, jejich barevnou úpravu na komunikaci pro pěší a chybějící úpravy na dělicích ostrůvcích. Tato problematika je patrná z obr. 6 a 7.



Obrázek 5 - Tvorba kolon na rameni B (ul. Nádražní)



Obrázek 6 - Přechod pro chodce na rameni A (ul. Masarykova)



Obrázek 7 - Přejchod pro chodce na rameni B (ul. Nádražní)

3. DOPRAVNÍ PRŮZKUM

Na křižovatce byl proveden dopravní průzkum pro zjištění odpoledních intenzit provozu v délce 2 hodin.

3.1 Metodika průzkumu

Dopravní průzkum byl proveden dle *TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích (II. vydání)*. Dopravní průzkum byl natočen videokamerou v době doporučené dle TP, a to ve čtvrtek 28. 6. 2015 v době od 14:00 do 16:00 hodin. Stanoviště dopravního průzkumu je patrné z obrázku č. 8. [4]

Meteorologické podmínky byly po dobu průzkumu příznivé a neovlivnily tak provozní situaci na řešené okružní křižovatce.



Obrázek 8 - Umístění stanoviště kamery [3]

Intenzita dopravy jednotlivých skupin vozidel za dobu průzkumu je obsahem přílohy č. 1.

3.2 Sčítání dopravy

Pro sčítání dopravy bylo využito videozáznamu, který byl rozdělen na úseky o délce 15 minut, celková délka záznamu byla 2 hodiny. Sčítání dopravy bylo rozděleno do jednotlivých směrů a podle jednotlivých druhů vozidel.

Dle *TP 189* je pro sledování intenzity dopravy doporučené dělení vozidel na tyto druhy: [4]

- O osobní automobily – bez přívěsu i s přívěsy, dodávkové automobily,
- M motocykly – jednostopá motorová vozidla bez přívěsu i s přívěsy,
- N nákladní automobily – lehké, střední a těžké nákladní automobily, traktory, speciální nákladní automobily,
- A autobusy – vozidla určená pro přepravu osob a jejich zavazadel, která mají víc než 9 míst (včetně kloubových autobusů a autobusů s přívěsy),
- K nákladní soupravy – přívěsové a návěsové soupravy nákladních vozidel
- C jízdní kola

Z naměřených údajů byly vypočítány intenzity vozidel dle jednotlivých druhů dopravy, tyto hodnoty jsou rozděleny do 15 minutových intervalů a přehledně uvedeny v tabulce 1.

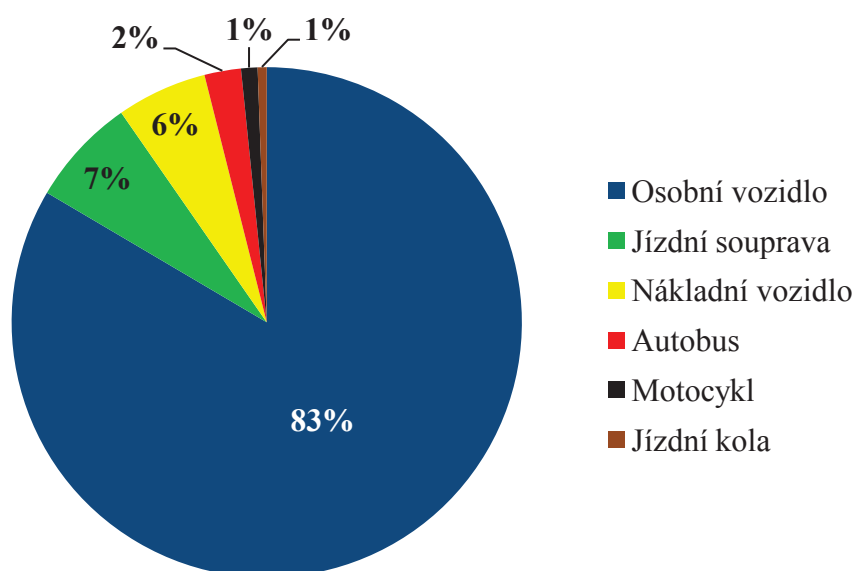
Tabulka 1 - Intenzita vozidel za dobu průzkumu I_m , 14:00–16:00

Čas	C	M	O	N	A	K	S [voz/2h]
14:00 - 14:15	6	1	458	29	16	35	545
14:15 - 14:30	6	1	475	31	18	39	570
14:30 - 14:45	6	10	486	36	13	40	591
14:45 - 15:00	5	6	464	35	17	34	561
15:00 - 15:15	1	4	477	36	21	46	585
15:15 - 15:30	2	8	517	31	10	48	616
15:30 - 15:45	1	7	550	36	6	34	634
15:45 - 16:00	0	12	504	36	8	47	607
Celkem [voz/2h]	27	49	3931	270	109	323	4709

3.3 Skupiny vozidel

Vyhodnocením dopravního průzkumu byly získány údaje o složení dopravních proudů. Z celkového množství 4709 vozidel projelo za dobu průzkumu okružní křižovatkou 85 % osobních vozidel (3931 voz/2hod) a 15 % nákladních vozidel (593 voz/2hod). Z celkového podílu nákladních vozidel bylo 7 % jízdních souprav (323 voz/2hod), 2 % autobusů (109 voz/2hod) a 6 % nákladních vozidel (270 voz/2hod).

V následujícím grafu je zobrazen podíl intenzit dopravy jednotlivých skupin vozidel za dobu průzkumu.



Obrázek 9 - Podíl jednotlivých druhů dopravy

3.4 Stanovení ročního průměru denních intenzit

Pro orientační porovnání intenzity špičkové hodiny byl proveden výpočet z hodnoty ročního průměru denních intenzit. Stanovení odhadu ročního průměru denních intenzit se vypočte pomocí přepočtu intenzity dopravy, které byly získány průzkumem. Intenzita dopravy je stanovena pomocí přepočtových koeficientů dle *TP 189*. Ty zohledňují intenzitu denní dopravy, týdenní a roční variace intenzit dopravy. Přepočtové koeficienty se stanovují podle příslušného druhu vozidel, podle typu příslušné komunikace a dle charakteru provozu. [4]

Výpočet se provádí odděleně pro každý druh vozidel: [4]

- Stanovení odhadu denní intenzity za dobu průzkumu
- Stanovení odhadu týdenního průměru denních intenzit
- Stanovení odhadu ročního průměru denních intenzit (RPDI)

Charakter provozu na komunikaci

Charakter provozu je dán kategorií a třídou komunikace. Řešená okružní křižovatka má čtyři ramena, která se řadí do 3 kategorií komunikací. Charakter provozu na komunikaci II/150 byl stanoven jako hospodářský.

- Rameno A - **I** - silnice I. třídy
- Rameno B - **II-H** - silnice II. třídy, charakter provozu H - hospodářský
- Rameno C, D - **E** - silnice I. třídy se statutem mezinárodní silnice

3.4.1 Denní intenzita dopravy

Denní intenzita dopravy pro jednotlivé druhy vozidel se určí dle vzorce [4]:

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad (1)$$

kde:

I_d	denní intenzita dopravy v den průzkumu [voz/den]
I_m	intenzita dopravy v době průzkumu [voz/doba průzkumu]
$k_{m,d}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy v den průzkumu (zohlednění denních variací intenzit dopravy) [-]

Koeficient $k_{m,d}$ se stanovuje v závislosti na druhu vozidla, charakteru provozu na komunikaci a období roku. Hodnoty přepočtových koeficientu $k_{m,d}$ pro libovolně zvolenou dobu průzkumu se určí pomocí vztahu [4]:

$$k_{m,d} = 100\% / \sum p_i^d \quad (2)$$

kde:

$\sum p_i^d$ součet podílu hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%].

Po dosazení hodnot do vztahu (1) byl vypočítán odhad denní intenzity dopravy odděleně pro každý druh vozidel, výsledné hodnoty jsou uvedeny v tab. 2.

Tabulka 2 - Denní intenzita dopravy v den průzkumu I_d

Rameno	Kategorie komunikace	Druh vozidla	$\sum p_i^d$ [%]	$k_{m,d}$ [-]	I_m [voz/2h]	I_d [voz/den]
A	I/57	M	16,71	5,98	20	119,69
		O	15,41	6,49	826	5360,16
		N	13,18	7,59	70	531,11
		A	13,77	7,26	52	377,63
		K	13,07	7,65	69	527,93
B	II/150	M	16,71	5,98	1	5,98
		O	15,60	6,41	774	4961,54
		N	13,77	7,26	20	145,24
		A	13,77	7,26	9	65,36
		K	13,07	7,65	44	336,65
C	I/35, E442	M	16,71	5,98	18	107,72
		O	14,79	6,76	1307	8837,05
		N	12,81	7,81	105	819,67
		A	13,77	7,26	26	188,82
		K	12,28	8,14	133	1083,06
D	I/35, E442	M	16,71	5,98	10	59,84
		O	14,79	6,76	1024	6923,60
		N	12,81	7,81	75	585,48
		A	13,77	7,26	22	159,77
		K	12,28	8,14	77	627,04
					4682	31823,33

Denní intenzita dopravy v den průzkumu je **31 824 voz/den**.

3.4.2 Týdenní průměr denních intenzit

Týdenní průměr denních intenzit dopravy pro jednotlivé druhy vozidel se určí dle vzorce: [4]

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t} \quad (3)$$

kde:

I_t	týdenní průměr denních intenzit [voz/den]
I_d	denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den]
$k_{d,t}$	přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy (zohlednění týdenních variací intenzity dopravy) [-]

Hodnoty přepočtových koeficientu $k_{d,t}$ se vypočítají pomocí vztahu [4]:

$$k_{d,t} = 100\% / p_i^t, \quad (4)$$

kde:

p_i^t	podíl denní intenzity dopravy v den průzkumu k týdennímu průměru denních intenzit dopravy [%]
---------	---

Po dosazení do vztahu (3) byl vypočítán týdenní průměr denních intenzit vozidel odděleně pro každý druh, hodnoty podílu denních intenzit dopravy a hodnoty přepočtových koeficientů jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 3 - Týdenní průměr denních intenzit vozidel I_t

Rameno	Kategorie komunikace	Druh vozidla	$\sum p_i^t$ [%]	$k_{d,t}$ [-]	I_d [voz/den]	I_t [voz/den]
A	I/57	M	93,90	1,06	119,69	127,46
		O	105,50	0,95	5360,16	5080,72
		N	127,10	0,79	531,11	417,87
		A	118,80	0,84	377,63	317,87
		K	128,40	0,78	527,93	411,16
B	II/150	M	93,90	1,06	5,98	6,37
		O	105,80	0,95	4961,54	4689,54
		N	123,20	0,81	145,24	117,89
		A	118,80	0,84	65,36	55,02
		K	128,40	0,78	336,65	262,19
C	I/35, E442	M	93,90	1,06	107,72	114,72
		O	105,60	0,95	8837,05	8368,42
		N	127,50	0,78	819,67	642,88
		A	118,80	0,84	188,82	158,94
		K	129,40	0,77	1083,06	836,99
D	I/35, E442	M	93,90	1,06	59,84	63,73
		O	105,60	0,95	6923,60	6556,44
		N	127,50	0,78	585,48	459,20
		A	118,80	0,84	159,77	134,48
		K	129,40	0,77	627,04	484,57
					31823,33	29306,50

Týdenní průměr denních intenzit je **29 307 voz/den.**

3.4.3 Roční průměr denních intenzit dopravy (*RPDI*)

RPDI se určí dle vzorce: [4]

$$RPDI = I_t \cdot k_{t,RPDI} \quad (5)$$

kde:

$RPDI$ roční průměr denních intenzit dopravy (odhad) [voz/den]

I_t týdenní průměr denních intenzit dopravy v týdnu průzkumu [voz/den]

$k_{t,RPDI}$ přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy v týdnu průzkumu na roční průměr denních intenzit dopravy (zohlednění ročních variací intenzit dopravy) [-]

Hodnoty přepočtových koeficientů $k_{t,RPDI}$ se vypočítají pomocí vztahu: [4]

$$k_{t,RPDI} = 100\% / p_i^r \quad (6)$$

kde:

p_i^r podíl denní intenzity dopravy daného měsíce v roce k ročnímu průměru denních intenzit dopravy [%]

Výsledné hodnoty RPDI po dosazení přepočtových koeficientů do vztahu (5) odděleně pro každý druh vozidel jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 4 - Výsledná hodnota ročního průměru denní intenzity dopravy *RPDI*

Rameno	Kategorie komunikace	Druh vozidla	$\sum p_i^f$ [%]	$k_{t,RPDI}$ [-]	I_t [voz/den]	RPDI [voz/den]
A	I/57	M	150,20	0,67	127,46	84,86
		O	104,30	0,96	5080,72	4871,25
		N	105,50	0,95	417,87	396,08
		A	111,80	0,89	317,87	284,32
		K	106,90	0,94	411,16	384,62
B	II/150	M	150,20	0,67	35,81	23,84
		O	109,50	0,91	4689,54	4282,69
		N	105,50	0,95	117,89	111,75
		A	111,80	0,89	55,02	49,21
		K	106,90	0,94	262,19	245,26
C	I/35, E442	M	150,20	0,67	114,72	76,38
		O	105,30	0,95	8368,42	7947,22
		N	105,00	0,95	642,88	612,27
		A	111,80	0,89	158,94	142,16
		K	103,00	0,97	836,99	812,61
D	I/35, E442	M	150,20	0,67	63,73	42,43
		O	105,30	0,95	6556,44	6226,44
		N	105,00	0,95	459,20	437,33
		A	111,80	0,89	134,48	120,29
		S	103,00	0,97	484,57	470,46
					29335,90	27621,50

Výsledná hodnota ročního průměru denní intenzity dopravy RPDI je **27 622 voz/den**.

3.4.4 Stanovení intenzity cyklistické dopravy

Intenzita cyklistické dopravy byla provedena dle *TP 189*. Charakter cyklistické dopravy byl zvolen jako dopravní – každodenní doprava do zaměstnání, do školy a za občanskou vybaveností.

Hodnoty koeficientů jsou uvedeny pouze pro stanovení odhadu denních intenzit cyklistické dopravy, pro výpočet týdenního a ročního průměru denních intenzit cyklistické dopravy koeficienty stanoveny nejsou.

Denní intenzita cyklistické dopravy se určí dle vztahu:

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad (7)$$

kde:

I_d	denní intenzita cyklistické dopravy v den průzkumu [cykl/den]
I_m	intenzita cyklistické dopravy za dobu průzkumu [cykl/doba průzkumu]
$k_{m,d}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy v den průzkumu (zohlednění denních variací intenzit dopravy) [-]

Hodnoty přepočtových koeficientů se vypočítají ze vztahu:

$$k_{m,d} = 100\% / \sum p_i^d \quad (8)$$

kde:

$\sum p_i^d$	součet podílu hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%]
--------------	---

Výsledná hodnota hodnoty přepočtových koeficientů a denní intenzity cyklistické dopravy jsou uvedeny v tab. 5.

Tabulka 5- Výsledná hodnota denní intenzity cyklistické dopravy [cykl/den]

Rameno	Kategorie komunikace	$\sum p_i^d$ [%]	$k_{m,d}$ [-]	I_m [cykl/2h]	I_d [cykl/den]
A	I/57	17,1	5,85	3	17,55
B	II/150			9	52,65
C	I/35, E442			4	23,40
D	I/35, E443			11	64,35
				27	157,95

Výsledná hodnota denní intenzity cyklistické dopravy je **158 cykl/den**.

3.4.5 Stanovení intenzity pěší dopravy

Průzkum intenzit pěší dopravy byl proveden ve stejné době jako dopravní průzkum, tedy od 14:00 do 16:00. Hodnoty koeficientů jsou dány, stejně jako u cyklistické dopravy, pouze pro výpočet odhadu denních variací intenzit dopravy.

Denní intenzita cyklistické dopravy se určí dle vztahu:

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad (9)$$

kde:

I_d	denní intenzita pěší dopravy v den průzkumu [ch/den]
I_m	intenzita pěší dopravy za dobu průzkumu [ch/doba průzkumu]
$k_{m,d}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy v den průzkumu (zohlednění denních variací intenzit dopravy) [-]

Hodnoty přepočtových koeficientů se vypočítá ze vztahu:

$$k_{m,d} = 100\% / \sum p_i^d \quad (10)$$

kde:

$\sum p_i^d$	součet podílu hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%].
--------------	--

Výsledná hodnota hodnoty přepočtových koeficientů a denní intenzity cyklistické dopravy jsou uvedeny v tab. 6.

Tabulka 6 - Výsledná hodnota denní intenzity pěší dopravy [ch/den]

Rameno	Kategorie komunikace	Σp^d_i [%]	$k_{m,d}$ [-]	I_m [ch/2h]	I_d [ch/den]
A	I/57	20,2	4,95	109	539,55
B	II/150			296	1465,20
C	I/35, E442			20	99,00
D	I/35, E443			82	405,90
				507	2509,65

Výsledná hodnota denní intenzity pěší dopravy je **2510 ch/den**.

3.4.6 Stanovení přesnosti odhadu intenzit dopravy

Z důvodu krátkého času měření nelze stanovit přesnou hodnotu RPDI. Průzkum prováděný kratší dobu není přesný a je zatížen chybou. Přesnost RPDI je závislá na délce dopravního průzkumu a charakteru provozu na komunikaci. V závislosti na délce průzkumu se určí odchylka odhadu ročního průměru denních intenzit. [4]

Velikost odchylky se orientačně určí dle vztahu:

$$\delta = 0,95 \left(\frac{I_m}{RPDI} \cdot 100 \right)^{-0,60} \quad (11)$$

kde:

δ odchylka odhadu ročního průměru denních intenzit dopravy [%]

I_m intenzita dopravy v době průzkumu [voz/doba průzkumu]

$RPDI$ odhad ročního průměru denních intenzit dopravy [voz/den]

Po dosazení:

$$\delta = 0,95 \left(\frac{4682}{27622} \cdot 100 \right)^{-0,60}$$

$$\delta = 17,4 \%$$

Výsledná odchylka přesnosti odhadu ročního průměru denních intenzit dopravy je 17,4 %.

3.5 Stanovení hodinové intenzity dopravy

Hodinová intenzita dopravy slouží k posouzení kapacity pozemních komunikací. Pro řešenou okružní křižovatku se hodinová intenzita dopravy stanoví jako padesátirázová intenzita silničního provozu.

Padesátirázová intenzita silničního provozu platí pro dálnice, silnice a veřejně přístupné komunikace ve volné krajině a pro průjezdní úseky silnic I. třídy v zastavěném území. [4]

3.5.1 Stanovení hodinové intenzity z údajů získaných průzkumem

Intenzita špičkové hodiny

Intenzita dopravy špičkové hodiny se určí jako maximální hodinová intenzita za dobu průzkumu, tj.: [4]

$$I_{sh} = \max \{ I_h \} \quad (12)$$

kde:

I_{sh} intenzita dopravy špičkové hodiny v běžný pracovní den [voz/h]

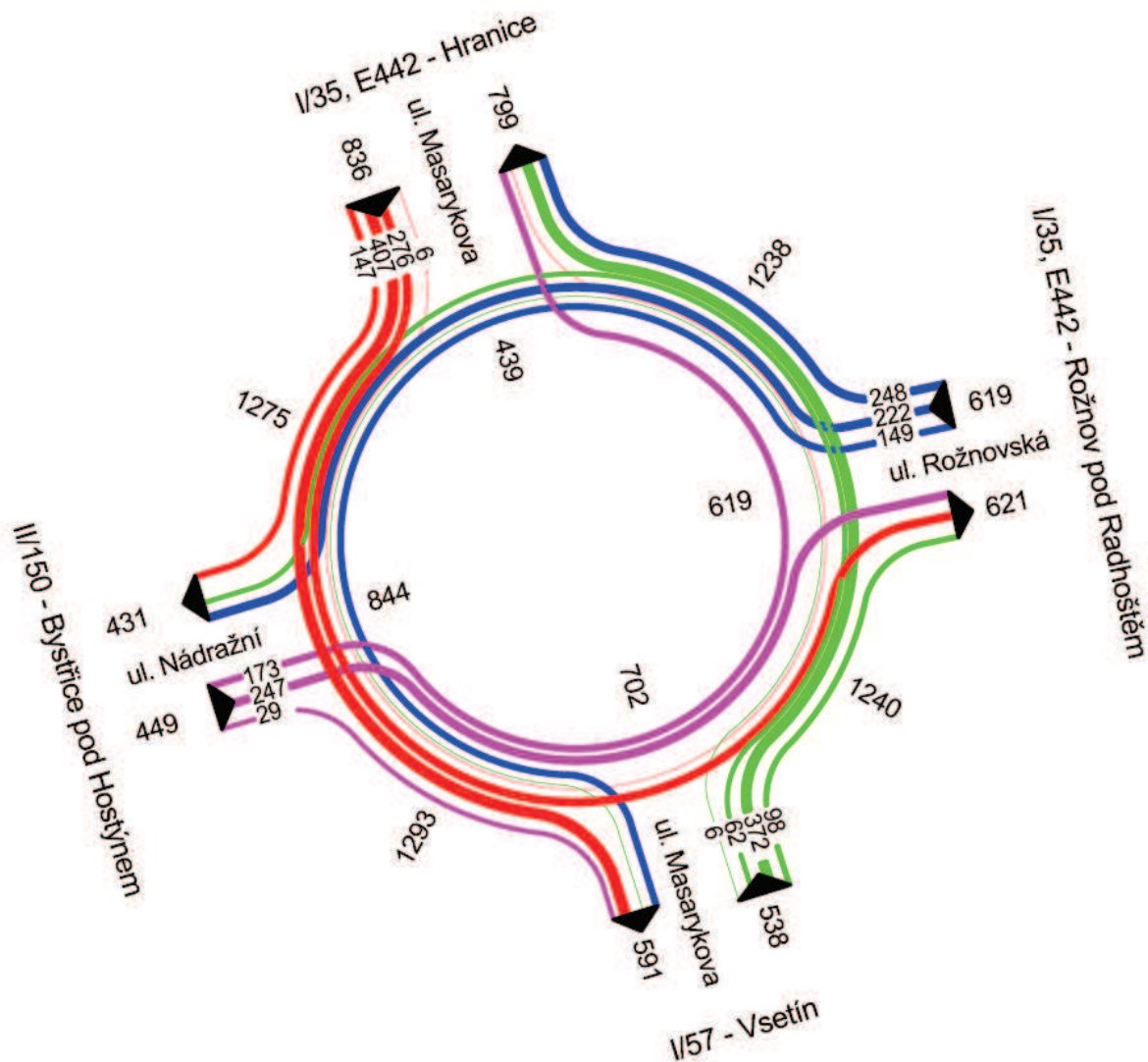
I_h hodinové intenzity dopravy v době průzkumu [voz/h]

Špičková hodinová intenzita I_{sh} je stanovena na základě porovnání hodinové intenzity dopravy v 15 minutových intervalech. Nejvyšší výsledná hodinová intenzita všech dopravních proudů je hodnotou špičkové hodiny. Podle porovnání hodinových intenzit byla špičková hodinová intenzita stanovena v době měření od 15:00 do 16:00 hodiny.

Tabulka 7 - Stanovení špičkové hodinové intenzity dopravy

Čas průzkumu	14:00 - 14:15	14:15 - 14:30	14:30 - 14:45	14:45 - 15:00	15:00 - 15:15	15:15 - 15:30	15:30 - 15:45	15:45 - 16:00
Intenzita [voz/h]	545	570	591	561	585	616	634	607
Špičková hodinová intenzita dopravy I_{sh}	2267							
		2307						
			2353					
				2396				
					2442			

Pro přehledné zobrazení intenzit dopravy jednotlivých dopravních proudů byla intenzita špičkové hodiny znázorněna graficky pomocí pentlogramu. Ten umožňuje znázornění dopravního zatížení v závislosti na tloušťce pentle.



Obrázek 10 - Pentlogram intenzit špičkové hodiny [voz/h]

Intenzity chodců na přechodech pro chodce:

- Rameno A (I/57 - Vsetín) 56 ch/hod
- Rameno B (II/150 - Bystřice pod Hostýnem) 145 ch/hod
- Rameno C (I/35, E442 - Hranice) 8 ch/hod
- Rameno D (I/35, E442 - Rožnov pod Radhoštěm) 38 ch/hod

Padesátirázová intenzita silničního provozu

Výpočet je proveden z hodnot získaných dopravním průzkumem v běžný pracovní den v době dopravní špičky. Odhad padesátirázové hodinové intenzity se určí dle vztahu:

$$I_{50} = I_{sh} \cdot k_{BPD,50} \quad (13)$$

kde:

I_{50}	padesátirázová hodinová intenzita dopravy [voz/h]
I_{sh}	špičková hodinová intenzita dopravy v běžný pracovní den [voz/h]
$k_{BPD,50}$	přepočtový koeficient špičkové hodinové intenzity dopravy v běžný pracovní den na padesátirázovou hodinovou intenzitu dopravy [-]

Koeficient $k_{BPD,50}$ je stanoven jednotně pro všechny komunikace hodnotou 1,13. Výpočet je proveden pro vozidla celkem se stejnou skladbou dopravních proudů z hodnot zjištěných dopravním průzkumem. [4]

Špičková hodinová intenzita dopravy je 2442 voz/h. Po dosazení do vztahu (13) byla stanovena padesátirázová hodinová intenzita dopravy.

$$I_{50} = 2760 \text{ voz/h}$$

3.5.2 Stanovení hodinové intenzity z hodnoty RPDI

Odhad padesátirázové hodinové intenzity dopravy se určí ze vztahu: [4]

$$I_{50} = RPDI \cdot k_{RPDI,50} \quad (14)$$

kde:

I_{50}	padesátirázová hodinová intenzita dopravy [voz/h]
$RPDI$	roční průměr denních intenzit dopravy [voz/den]
$k_{RPDI,50}$	přepočtový koeficient ročního průměru denních intenzit dopravy na padesátirázovou hodinovou intenzitu dopravy [-]

Hodnota koeficientu $k_{RPDI,50}$ se určí podle charakteru provozu na komunikaci:

Tabulka 8 - Hodnoty koeficientu $k_{RPDI,50}$

Charakter provozu	$k_{RPDI,50}$
D	0,096
R	0,098
E, I	0,101
II-H, II-S	0,122
II-R	0,15
M	0,104

Tabulka 9 - Padesátirázová hodinová intenzita dopravy získaná z $RPDI$

Rameno	Kategorie komunikace	$k_{RPDI,50}$	RPDI [voz/den]	I_{50} [voz/den]
A	I/57	0,101	6021,14	608,13
B	II/150	0,122	4712,75	574,96
C	I/35, E442	0,101	9590,63	968,65
D	I/35, E442	0,101	7296,95	736,99
				2888,74

Z hodnot RPDI byl dle vztahu (14) vypočítán odhad padesátirázové hodinové intenzity dopravy $I_{50} = 2889$ voz/h.

Výpočet padesátirázové hodinové intenzity dopravy slouží pro porovnání s hodinovou intenzitou dopravy získanou dopravním průzkumem. Výsledky těchto dvou metod jsou si blízké, vzhledem k době průzkumu a velikosti odchylky 17,4 % u hodinové intenzity získané výpočtem z RPDI lze usoudit, že tato hodnota nabývá větší odchylky, a tudíž je oproti hodnotám získaných průzkumem více nepřesná.

Pro kapacitní posouzení se tedy bude vycházet z padesátirázové hodinové intenzity dopravy získané průzkumem. $I_{50} = 2760$ voz/h.

Tabulka 10 - Hodnoty padesátirázové intenzity dopravy [voz/h]

Rameno	do A	do B	do C	do D	Celkem [voz/h]
z A	6,8	70,1	420,4	110,7	607,9
z B	32,8	0,0	195,5	279,1	507,4
z C	459,9	166,1	6,8	311,9	944,7
z D	168,4	250,9	280,2	0,0	699,5
	667,8	487,0	902,9	701,7	2759,5

3.6 Výhledová intenzita dopravy pro rok 2040

Pro účely návrhu pozemních komunikací a hodnocení efektivnosti se využívají údaje o výhledových intenzitách dopravy. Výpočet prognózy je proveden dle *TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy* metodou jednotného součinitele růstu. [5]

Výpočet je proveden odděleně pro základní skupiny vozidel. Pro lehká vozidla, která jsou dále značena LV a těžká vozidla značena TV. Rozdělení vozidel do skupin je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 11 - Základní skupiny vozidel pro prognózu intenzit dopravy [5]

Základní skupina vozidel	Druh vozidla
LV - lehká vozidla	M - motocykly, 0 - osobní automobily
TV - těžká vozidla	N - nákladní automobily, A - autobusy, K - nákladní soupravy

Výpočet výhledové intenzity je dále závislý na typu komunikace. Rozdělení je uvedeno v následující tabulce:

Tabulka 12 - Typy komunikací pro prognózu intenzit dopravy [5]

D	dálnice, rychlostní silnice
I	silnice I. třídy (mimo rychlostních)
II+III	silnice II. třídy, silnice III. třídy

Na OK se nachází komunikace I. třídy na ramenech A, C, D. Rameno B je komunikací II. třídy. Prognóza intenzit automobilové dopravy je hodnocena koeficienty pro výchozí a výhledový rok. Jako výhledový rok pro stanovení prognózy intenzit automobilové dopravy byl zvolen rok 2040. Výchozím rokem je rok 2015. [5]

3.6.1 Výpočet výhledové intenzity dopravy

Výpočet je proveden samostatně pro jednotlivé základní skupiny vozidel dle vzorce:

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi} \quad (15)$$

kde:

I_{vi} výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/den]. [voz/h]

I_{0i} výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/den]. [voz/h]

k_{pi} koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-]

Výhledová intenzita dopravy pro všechna vozidla celkem se určí součtem výhledových intenzit dopravy pro jednotlivé základní skupiny vozidel. [5]

$$I_{vi} = \sum I_{vi} \quad (16)$$

Koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel se určí podle vzorce:

$$k_{pi} = k_{vi} / k_{0i} \quad (17)$$

kde:

k_{vi} koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-]

k_{0i} koeficient vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-]

Koeficienty vývoje intenzit dopravy k_{vi} , k_{0i} jsou uvedeny v následujících tabulkách:

Tabulka 13 - Koeficienty vývoje intenzit dopravy [5]

Koeficient vývoje intenzit dopravy	Rok	Typ komunikace	LV	TV
k_0	2015	I. třída	1,10	1,02
	2015	II. třída	1,09	1,01
k_v	2040	I. třída	1,69	1,17
	2040	II. třída	1,62	1,06

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty koeficientů vývoje intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel a výsledná hodnota výhledové intenzity dopravy.

Tabulka 14 - Výhledové intenzity dopravy

Typ komunikace		LV			TV			LV	TV	LV	TV
		k ₀	k _v	k _p	k ₀	k _v	k _p	I [voz/h]	I [voz/h]	I _v [voz/h]	I _v [voz/h]
I/57	z A do D	1,10	1,69	1,54	1,02	1,17	1,15	78	20	119,8	22,9
	z A do C							301	70	462,4	80,3
	z A do B							52	9	79,9	10,3
	z A do A							6	0	9,2	0,0
II/150	z B do C	1,09	1,62	1,49	1,01	1,06	1,05	159	14	236,3	14,7
	z B do D							229	18	340,3	18,9
	z B do A							27	2	40,1	2,1
	z B do B							0	0	0,0	0,0
I/35	z C do D	1,10	1,69	1,54	1,02	1,17	1,15	229	47	351,8	53,9
	z C do A							344	63	528,5	72,3
	z C do B							120	27	184,4	31,0
	z C do C							5	1	7,7	1,1
I/35	z D do C	1,10	1,69	1,54	1,02	1,17	1,15	202	46	310,3	52,8
	z D do D							0	0	0,0	0,0
	z D do A							125	22	192,0	25,2
	z D do B							202	20	310,3	22,9
Celkem LV, TV [voz/h]										3173,3	408,5
Celkem [voz/h]										3581,8	

Součtem výhledových intenzit lehkých a těžkých vozidel získáme výhledovou intenzitu dopravy pro rok 2040 $I_{v,2040} = 3582 \text{ voz/h}$. Výhledová intenzita dopravy je použita ke kapacitnímu posouzení okružní křižovatky pro výhledový rok 2040.

4. DOPRAVNÍ NEHODOVOST

Součástí této diplomové práce je analýza dopravní nehodovosti na řešené okružní křižovatce a jejím okolí.

Informace o dopravní nehodovosti byly získány ze stránek Policie České republiky (dále jen PČR), pro přehlednost jsou dopravní nehody zaznamenány graficky na obr. 11. Informace o poloze a typu DN byly získány z *Jednotné dopravní vektorové mapy*. [6]

Dle záznamů PČR se na křižovatce a v její blízkosti stalo celkem 26 dopravních nehod, z toho bylo 6 se zdravotními následky. Na obr. 11 jsou znázorněny místa dopravních nehod.



Obrázek 11 - Označení dopravních nehod v prostoru křižovatky [6]

PČR vede záznamy o dopravní nehodovosti od 1. 1. 2007 do 31. 7. 2015. Od 1. 1. 2009 došlo ke změně legislativy a povinnosti hlásit všechny dopravní nehody.

Zákon č. 361/2000 Sb., o silničním provozu definuje podmínky pro hlášení dopravní nehody. „Dojde-li při dopravní nehodě k usmrcení nebo zranění osoby nebo k hmotné škodě převyšující zřejmě na některém ze zúčastněných vozidel včetně přepravovaných věcí částku 100 000 Kč. Dojde ke hmotné škodě na majetku třetí osoby. Dojde k poškození nebo zničení součásti nebo příslušenství pozemní komunikace podle zákona o pozemních komunikacích nebo účastníci dopravní nehody nemohou sami bez vynaložení nepřiměřeného úsilí zabezpečit obnovení plynulosti provozu na pozemních komunikacích.“

Z tohoto důvodu došlo opticky k poklesu DN, které se staly po roce 2009 až do současnosti. Informace o nehodovosti jsou zkreslené a nelze jim přikládat určující hodnotu. Lze ovšem předpokládat, že počet nehod neklesl, pouze nejsou hlášeny PČR.

Z celkového počtu 26 nehod bylo 19 zapříčiněno lidským faktorem a to především nekázní řidičů za volantem. Další příčiny dopravních nehod jsou uvedeny v tab. 15. Seznam dopravních nehod, počtu usmrcených, zraněných osob a hmotné škody je uveden v tab. 16.

Tabulka 15 - Příčina dopravních nehod

Příčina DN	Počet DN
Proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ	3
Nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	12
Bezohledná, agresivní, neohleduplná jízda	1
Chodci na vyznačeném přechodu	1
Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	7
Jízda po nesprávné straně, vjetí do protisměru	1
Nezvládnutí řízení vozidla	1

Tabulka 16 - Seznam dopravních nehod

Číslo DN	Číslo DN	Datum	LZ	TZ	U	Hmotná škoda [Kč]
1	061506070176	15. 2. 2007	/	/	/	10 000
2	061506070677	11. 6. 2007	/	/	/	15 000
3	061506070687	12. 6. 2007	/	/	/	30 000
4	061506070891	23. 7. 2007	/	/	/	40 000
5	061506071176	14. 9. 2007	/	/	/	30 000
6	061506071355	23. 10. 2007	/	/	/	40 000
7	061506071488	14. 11. 2007	/	/	/	13 000
8	061506071576	29. 11. 2007	/	/	/	41 000
9	061516071585	30. 11. 2007	/	/	/	5 000
10	061506080023	7. 1. 2008	/	/	/	30 000
11	061506080066	14. 1. 2008	/	/	/	1 000
12	061506080094	22. 1. 2008	/	/	/	40 000
13	061506080178	11. 2. 2008	/	/	/	35 000
14	061506080538	17. 5. 2008	/	/	/	25 000
15	061506080821	17. 7. 2008	/	/	/	30 000
16	061506081040	7. 9. 2008	/	/	/	22 000
17	061506081170	8. 10. 2008	/	/	/	45 000
18	061506090046	29. 3. 2009	/	/	/	5 000
19	151506120199	4. 5. 2010	1	/	/	300
20	151506110041	10. 2. 2011	1	/	/	0
21	151506110405	3. 12. 2011	/	/	/	5 000
22	151506120549	22. 10. 2012	1	/	/	5 000
23	151506130443	9. 9. 2013	/	/	1	1 000
24	151506140234	24. 6. 2014	/	1	/	0
25	151506140352	21. 8. 2014	1	/	/	2 000
26	151506150268	3. 6. 2015	/	/	/	25 000
Hmotná škoda [Kč]						495 300

4.1 Relativní nehodovost

Jde o nejběžněji užívané kritérium pro hodnocení bezpečnosti pozemních komunikací. Hodnota ukazatele relativní nehodovosti určuje pravděpodobnost vzniku nehody na daném úseku komunikace. [7]

$$R = (N_o / 365 \cdot I \cdot t) \cdot 10^6 \quad (18)$$

kde:

R	relativní nehodovost [počet DN/mil. voz]
N_o	celkový počet nehod ve sledovaném období [t]
I	průměrná denní intenzita provozu [vozidel/24 hodin]
t	sledované období [roky]

Za průměrnou denní intenzitu provozu je pro tento výpočet použita hodnota ročního průměru denní intenzity dopravy RPDÍ = 27 662 voz/den.

Tabulka 17 - Relativní nehodovost od 1. 1. 2007 do 31. 7. 2015

Rok	Počet DN	DN/mil. voz
2007	9	0,89
2008	8	0,79
2009	1	0,10
2010	1	0,10
2011	2	0,20
2012	1	0,10
2013	1	0,10
2014	2	0,20
2015	1	0,10

Hodnota ukazatele relativní nehodovosti se pohybuje v intervalu 0,1 – 0,9. Vyšší hodnota poukazuje na nedostatky v bezpečnosti provozu, hodnota vyšší než 1,6 pak na zásadní nedostatek v bezpečnosti provozu. [7]

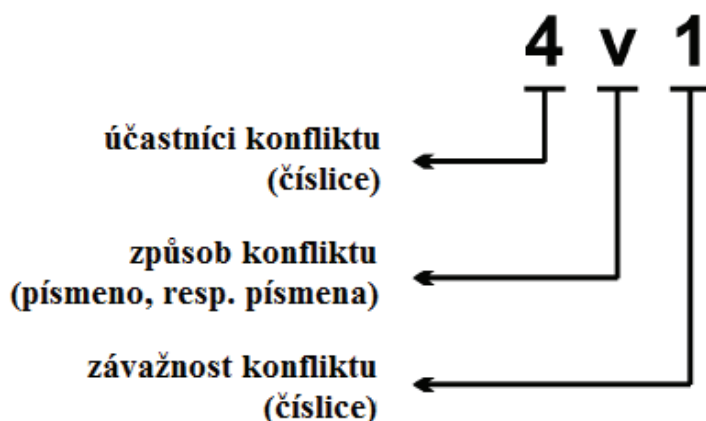
Vzhledem ke změně legislativy (viz kapitola 4) lze objektivně posoudit pouze roky 2007 a 2008. Tyto ukazatele se nacházejí v intervalu 0,1 - 0,9. Z pohledu relativní nehodovosti se jedná o bezpečnou křižovatku.

4.2 Videoanalýza konfliktních situací

Konfliktní situací se označuje situace, kdy pro účastníky silničního provozu vznikla nebo mohla vzniknout větší než obvyklá míra nebezpečí. Důsledkem konfliktních situací je dopravní nehoda, kterou se nepodařilo žádným způsobem účastníkům odvrátit.

Na základě videozáznamu z dopravního průzkumu byla daná křižovatka sledována i z pohledu konfliktních situací. K pozorování KS byla využita Folprechtova metoda. Pozorované konfliktní situace jsou zaznamenávány trojmístným klasifikačním symbolem. Ten je složený ze dvou číslic a jednoho písmene, které udávají počet účastníků, způsob a závažnost konfliktu. [8]

Klasifikační trojmístný symbol je zobrazen na obr. 12. Klasifikace jednotlivých znaků jsou uvedeny v tab. 18.



Obrázek 12 - Trojmístný klasifikační symbol

Tabulka 18 - Klasifikační znaky Folprechtova symbolu

Klasifikace účastníků		Klasifikace způsobu konfliktu		Klasifikace závažnosti konfliktu	
Kategorie	1. znak	Kategorie	2. znak	Kategorie	3. Znak
chodec	1 x x	možnost střetu s příčně jedoucím	x A x	potenciální konfliktní situace	x x 1
automobil	2 x x	možnost střetu s protijedoucím	x B x		
tramvaj	3 x x	možnost střetu ve stykovém bodě	x C x	konfliktní situace (bez násilné reakce)	x x 2
chodec x automobil	4 x x	možnost střetu najetím zezadu	x D x		
		možnost střetu se souběžně jedoucím	x E x	konfliktní situace (ostrá reakce)	x x 3
chodec x tramvaj	5 x x	možnost střetu vlivem parkovacího manévru	x P x		
automobil x automobil	6 x x	možnost střetu vlivem otáčení	x O x	dopravní nehoda	x x 4
		vjezd (vstup) na červenou	x Č x		
automobil x tramvaj	7 x x				
		zavinil chodec	x ch x		
tramvaj x tramvaj	8 x x	zavinilo vozidlo	x v x		
		zavinil cyklista	x c x		
tramvaj x tramvaj	8 x x	agresivita	x a x		
		pasivita	x p x		
jiné (cyklista apod.)	9 x x	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	x s x		
		vlivem fronty na křižovatce	x f x		
		vlivem blízké křižovatky se SSZ	x x x		
		neporozumění signálu na SSZ	x n x		

Tyto klasifikační znaky pro hodnocení konfliktních situací byly použity při hodnocení řešené křižovatky v době průzkumu, tedy od 14:00 do 16:00. Na základě videozáznamu byly výsledné konfliktní situace zaznamenány v tabulce 19.

Tabulka 19 - Konfliktní situace za dobu průzkumu

Čas	ozn. KS	Způsob konfliktu	Závažnost
14:06:09	2p1	pasivita	bez reakce
14:24:10	6A1	možnost střetu s příčně jedoucím	bez reakce
14:24:40	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
14:30:11	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
14:32:45	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
14:35:17	6A2	možnost střetu s příčně jedoucím	bez násilné reakce
14:43:12	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
14:45:10	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
14:58:00	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
15:02:03	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
15:03:40	6A1	možnost střetu s příčně jedoucím	bez reakce
15:03:58	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
15:04:22	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
15:18:15	6A1	možnost střetu s příčně jedoucím	bez reakce
15:24:45	4s2	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez násilné reakce
15:29:59	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
15:34:21	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
15:36:36	4sD3	možnost střetu najetím zezadu	ostrá reakce
15:47:40	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce
15:49:53	4s1	vlivem zastavení na přechodu pro chodce	bez reakce

4.2.1 Popis konfliktních situací

2p1 - Zavínil osobní automobil na vjezdu do OK

Řidič automobilu nedokázal včas vjet do křižovatky i přes to, že intenzita vozidel nebyla příliš vysoká. Díky tomu vznikla na vjezdu na rameni A dopravní kongesce. Tato konfliktní situace se obešla bez reakce.

6A1, 6A2 - Zavínil automobil na vjezdu do OK

Mezi další konfliktní situace patřilo neuposlechnutí příkazu „Dej přednost v jízdě!“ na vjezdu do okružní křižovatky. Vzhledem k hustému provozu se některé situace obešly bez násilných reakcí, došlo k narušení provozu na okružním jízdním pásu křižovatky. Většinou se jednalo o rozměrné vozidlo, které nestačilo vjet na okružní jízdni pás.

4s1, 4s2 - Konfliktní situace vzniklá vlivem přecházejících chodců

Tato konfliktní situace byla nejčastější. Vlivem přecházejících chodců se na výjezdu z okružní křižovatky tvořily kolony, které zasahovaly až na okružní jízdní pás. Tato situace byla nejvíce patrná na výjezdu z ramene B, kde byla během dopravního průzkumu naměřena největší intenzita přecházejících chodců.



Obrázek 13 - Znázornění konfliktní situace 4s1

4sD3 - Konfliktní situace vzniklá vlivem přecházejících chodců s možností střetu najetím zezadu

Tato situace je podobná s předchozí 4s1, 4s2. K této konfliktní situaci došlo na výjezdu z ramene D, kdy vozidla 1, 2 dávající přednost chodci na přechodu pro chodce zastavilo a vozidlo 3 muselo prudkým brzděním zabránit kolizi s před ním stojícím automobilem. Tato situace je zobrazena na obr. 14, 15.



Obrázek 14 - Záznam konfliktní situace 4sD3



Obrázek 15 - Znázornění konfliktní situace 4sD3

5. KAPACITNÍ POSOUZENÍ

5.1 Kapacitní posouzení - současný stav

Výpočet kapacity okružní křižovatky je proveden pro padesátirázovou hodinovou intenzitu dopravního proudu dle *TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek*. [9]

Posouzení kapacity současného stavu je provedeno na padesátirázovou intenzitu dopravy. Dle *TP 234* se hodnoty intenzit dopravy pro analýzu současného stavu přenásobují přepočtovými koeficienty skladby dopravního proudu. Podrobný výpočet kapacity je obsahem přílohy č. 2. Vstupní údaje a výsledné hodnoty jsou přehledně uvedeny v následujících tabulkách.

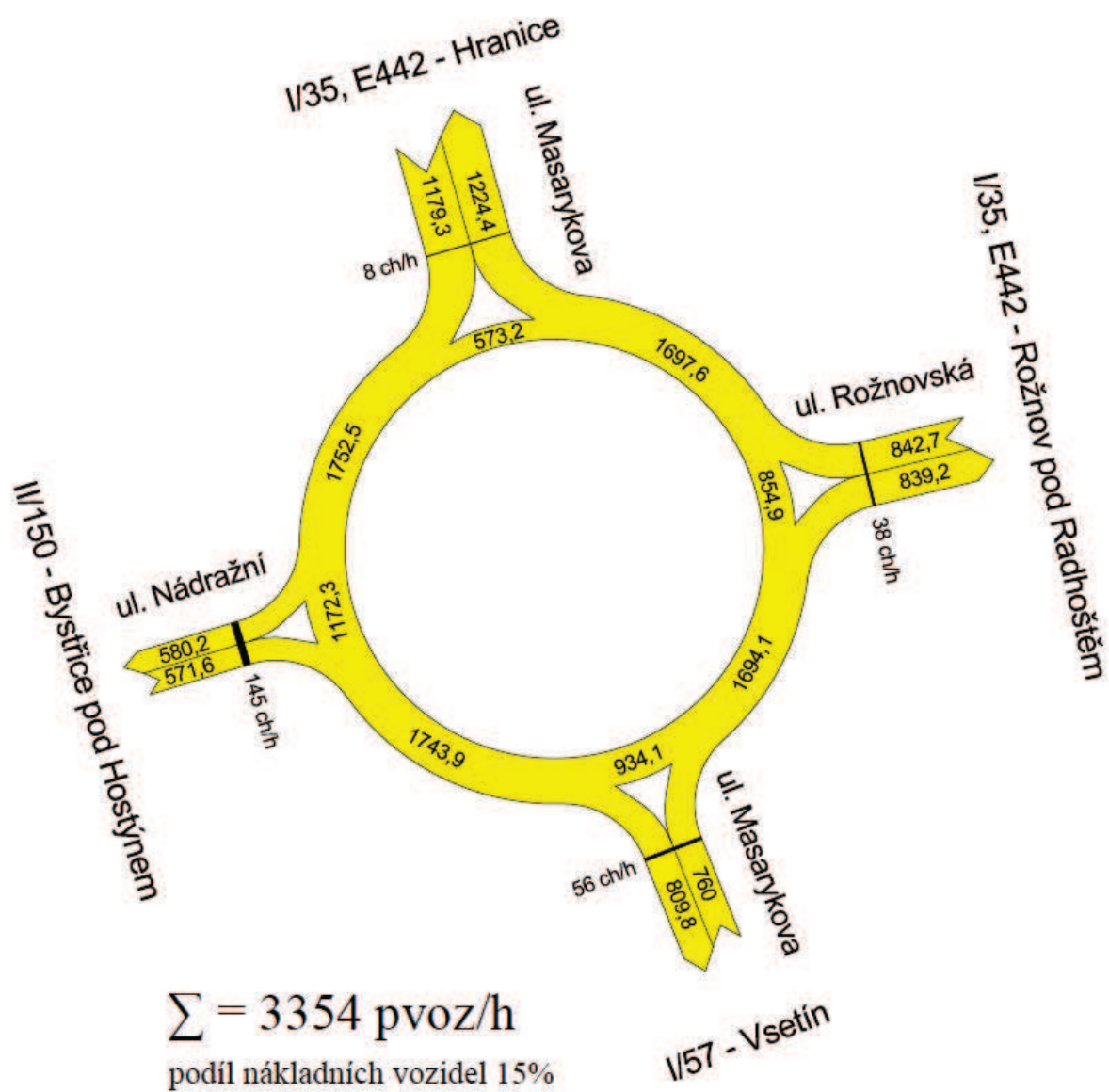
Tabulka 20 - Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu [9]

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ^{a)}	Nákladní vozidla a autobusy ^{b)}	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Okružní křižovatka	0,5	0,8	1,0	2,0	3,0
a) včetně nákladních vozidel do 3,5 t					
b) nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy					

Tabulka 21 - Přepočtené hodnoty hodinové intenzity dopravy

Rameno	do A	do B	do C	do D	Celkem [pvoz/h]
z A	6,8	80,1	535,5	137,6	760
z B	36,2	0	224,6	310,8	571,6
z C	565,9	214,7	7,9	390,8	1179,3
z D	200,9	285,4	356,4	0	842,7
	809,8	580,2	1124,4	839,2	3353,6

Přepočtená intenzita dopravy je přehledně graficky znázorněna pomocí kartogramu na obr. 16.



Obrázek 16 - Kartogram intenzit dopravy

Tabulka 22 - Kapacitní posouzení současného stavu okružní křižovatky

Rameno		A	B	C	D
Intenzita vjezdu	I_i [pvoz/h]	760	571,6	1179,3	842,7
Intenzita výjezdu	I_e [pvoz/h]	809,8	580,2	1124,4	839,2
Intenzita na okruhu	I_k [pvoz/h]	934,1	1172,3	573,2	854,9
Poloměr vjezdu	R_i [m]	10,5	19,1	20,9	25,6
Poloměr výjezdu	R_e [m]	38,2	25,7	24,7	20
Délka přechodu na rameni	d_p [m]	6,5	4,8	5,8	5,7
Vzdálenost mezi kolizními body	b [m]	19	20,5	20,9	16,2
Kapacita vjezdu	C_i [pvoz/h]	539	410	893	605
Rezerva kapacity	Rez [pvoz/h]	-221	-161,6	-286,3	-237,7
ÚKD		F	F	F	F
Kapacita výjezdu	C_e [pvoz/h]	1385	1401	1286	1189
Stupeň vytížení	a_v	0,58	0,41	0,87	0,71

5.2 Zhodnocení současného stavu

Z hodnot získaných výpočtem byl zjištěn kapacitní stav jednotlivých vjezdů a výjezdů okružní křižovatky. Pro zhodnocení a posouzení kapacity vjezdu je rozhodující ztrátový čas, ten je vyjádřen střední dobou zdržení na vjezdu okružní křižovatky. Pro posouzení kapacity výjezdů z okružní křižovatky je určující stupeň vytížení. Pro splnění této podmínky nesmí stupeň vytížení přesáhnout hodnotu 0,9. Při posuzování kapacity výjezdu se uvažovalo s vlivem přecházejících chodců. Celková ÚKD je hodnocena dle nejméně příznivého stupně ÚKD na jednotlivých ramenech okružní křižovatky.

Stupeň vytížení na výjezdech všech ramen je pod hodnotou 0,9. Na výjezdu okružní křižovatky vyhoví. Úroveň kvality dopravy je na všech vjezdech na stupni F, výsledná hodnota je tedy na **stupni F** - Překročená kapacita. [9]

5.3 Kapacitní posouzení - výhled pro rok 2040

Výpočet kapacity okružní křižovatky je proveden pro výhledovou padesátirázovou hodinovou intenzitu dopravního proudu pro rok 2040 dle *TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek*. [9]

Pro pozemní komunikace a křižovatky se uvažuje s návrhovým obdobím, proto je nutné ověřit i tuto variantu a provést na výhledový rok kapacitní posouzení. Samozřejmě za předpokladu, že stávající stavební stav zůstane nezměněn.

Podrobný výpočet kapacity je obsahem přílohy č. 3. Jako vstupní údaje jsou použity hodnoty výhledových intenzit z kapitoly 3.6. Hodnoty výhledových intenzit dopravy jsou přehledně uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 23 - Přepočtené hodnoty hodinové intenzity dopravy pro výhledový rok

Rameno	do A	do B	do C	do D	Celkem [pvoz/h]
z A	9,2	100,5	659,6	170,1	939,4
z B	45,1	0,0	278,0	388,4	711,5
z C	707,8	264,8	9,9	485,1	1467,5
z D	251,3	368,2	440,0	0,0	1059,5
	1013,4	733,5	1387,5	1043,6	4177,9

Tabulka 24 - Kapacitní posouzení výhledového stavu okružní křižovatky

Rameno		A	B	C	D
Intenzita vjezdu	I_i [pvoz/h]	939,4	711,5	1467,5	1059,5
Intenzita výjezdu	I_e [pvoz/h]	1013,4	733,5	1387,5	1043,6
Intenzita na okruhu	I_k [pvoz/h]	1161,36	1463,22	729,16	1057,22
Poloměr vjezdu	R_i [m]	10,5	19,1	20,9	25,6
Poloměr výjezdu	R_e [m]	38,2	25,7	24,7	20
Délka přechodu na rameni	d_p [m]	6,5	4,8	5,8	5,7
Vzdálenost mezi kolizními body	b [m]	19	20,5	20,9	16,2
Kapacita vjezdu	C_i [pvoz/h]	379	187	764	448
Rezerva kapacity	Rez [pvoz/h]	-560,4	-524,5	-703,5	-611,5
ÚKD		F	F	F	F
Kapacita výjezdu	C_e [pvoz/h]	1385	1401	1286	1189
Stupeň vytížení	a_v	0,73	0,52	1,08	0,88

5.4 Zhodnocení výhledového stavu

Z kapacitního výpočtu okružní křižovatky byly získány výsledky. U výhledového stavu okružní křižovatky se posuzovaly stejné parametry jako u stavu současného, to znamená ÚKD jednotlivých vjezdů a stupeň vytížení na výjezdech.

Stupeň vytížení na výjezdech ramen A, B a D je pod hodnotou 0,9. Na výjezdu ramene C je stupeň vytížení překročen. Na výjezdu okružní křižovatka nevyhoví. Úroveň kvality dopravy je na všech vjezdech na stupni F, výsledná hodnota je na **stupni F** - Překročená kapacita. [9]

6. NÁVRH I

6.1 Spirálová okružní křižovatka

Na základě intenzit dopravy byla v rámci studie navržena spirálová okružní křižovatka. Vzhledem k vysokým intenzitám dopravy bylo nutné navrhnout takové změny, které by zajistily požadovanou úroveň kvality dopravy ve výhledovém období pro rok 2040.

Spirálová okružní křižovatka umožňuje vozidlům řazení do příslušných jízdních pruhů před křižovatkou tak, aby byl zajištěn plynulý průjezd bez nutnosti změny jízdního pruhu na okružním jízdním pásu. Tímto opatření dochází k většímu komfortu jízdy oproti okružním křižovatkám se dvěma jízdními pruhy na okruhu a k eliminaci průletových úseků na okružním jízdním pásu. Další výhodou spirálové okružní křižovatky, mimo zvýšení kapacity, je i relativně malý zábor terénu okolo křižovatky. Proto byl návrh tohoto typu křižovatky vhodným řešením.

Jako možné byly navrženy tyto varianty:

A) Spirálová okružní křižovatka

B) Spirálová okružní křižovatka řízená SSZ

Předlohou pro návrh SSZ byla okružní křižovatka silnic I/11 a II/475 v Havířově.

6.2 Varianta A - Spirálová okružní křižovatka

Stavebně-technický stav

Byla navržena úrovňová spirálová okružní křižovatka se dvěma jízdními pruhy na okruhu. Přednost na křižovatce je zajištěna svislým dopravním značením P 4 - "Dej přednost v jízdě!".

Vnější průměr okružní křižovatky je 56,0 m. Středový ostrůvek je tvořen dvěma kružnicovými oblouky o průměru 35,6 m a 21,0 m. Okružní jízdní pás je tvořen dvěma jízdními pruhy. Šířka vnitřního pruhu je 7,0 m, šířka vnějšího pruhu je 5,5 m. Součástí spirálové okružní křižovatky je pojížděný prstenec z dlažebních kostek šířky 0,5 m.

Ramena spirálové okružní křižovatky

Okružní křižovatka je tvořena čtyřmi rameny, vjezdy na ramenech A, C jsou tvořeny dvěma pruhy. Jeden pruh je vyhrazen pro samostatné levé odbočení. Výjezdy jsou na všech ramenech jednopruhé. Dělicí ostrůvky na paprscích okružní křižovatky jsou navrženy pro usměrnění provozu, zpomalení vjíždějících vozidel na okružní jízdní pás a pro bezpečný pohyb chodců.

- Rameno A je tvořeno dělicím pásem o šířce čela 10,5 m a délce 30 m. Ukončení středního dělicího pásu je navrženo podle průběhu obalových křivek. Šířka vjezdu je v obou pruzích stejná, a to 4,0 m, šířka výjezdu je 5,0 m.
- Rameno B je tvořeno dělicím ostrůvkem o šířce 5,5 m a délce 23,5 m. Šířka vjezdu je 4,0 m, šířka výjezdu je 4,5 m.
- Rameno C je tvořeno dělicím pásem o šířce 10,0 m a délce 38 m. Ukončení středního dělicího pásu je navrženo podle průběhu obalových křivek. Šířka vjezdu je v obou pruzích stejná, a to 4,0 m, šířka výjezdu je 5,5 m.
- Rameno D je tvořeno dělicím ostrůvkem o šířce 5,0 m a délce 13,0 m. Šířka vjezdu je 4,5 m, šířka výjezdu je 5,0 m.

Přechody pro chodce

Přechody pro chodce se nacházejí v každém směru a jsou vedeny přes dělicí ostrůvky. Šířky přechodů pro chodce jsou na rameni A, B 5,0 m a na rameni C, D 4,0 m.

Stavební prvky jsou provedeny v souladu s vyhláškou 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Signální pásy přechodu jsou provedeny v min. délce 1,5 m a šířce 0,8 m. Varovný pás přechodu o šířce min. 0,4 m.

V souladu se sklonovými poměry je chodník snížen tak, aby výška obrubníku u hrany jízdního pásu byla ve výšce maximálně 20 mm. Varovné a signální pásy jsou provedeny z dlažebních kostek se speciální hmatovou úpravou pro zrakově postižené, dle TN TZÚS 12.03.04, v kontrastní červené barvě. Přechod pro chodce na ramenech A, C je doplněn vodícím pásem.

Tato varianta přispívá ke zvýšení bezpečnosti fyzickým oddělením jízdních pruhů. V následující tabulce jsou přehledně uvedeny návrhové prvky spirálové OK.

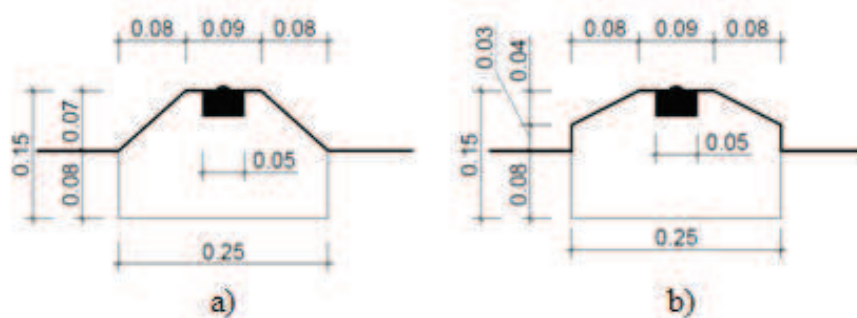
Tabulka 25 - Rozměry návrhových prvků spirálové okružní křižovatky

Varianta B - šířkové uspořádání příčného řezu	[m]
Vnitřní vodící proužek vnitřního jízdního pruhu	0,25
Vnitřní jízdní pruh	6,75
Vnější vodící proužek vnitřního jízdního pruhu	0,25
Fyzické oddělení jízdních pruhů	0,25
Vnitřní vodící proužek vnějšího jízdního pruhu	0,25
Vnější jízdní pruh	5,25
Vnější vodící proužek vnějšího jízdního pruhu	0,25
R1 - Vnitřní poloměr, vnitřní okraj	10,50
R2 - Vnitřní poloměr, vnější okraj	17,75
R3 - Vnější poloměr, vnitřní okraj	18,25
R4 - Vnější poloměr, vnější okraj	24,25
Vnější vychýlení - $P_e / 2$ (pro R1)	3,750
Vnitřní vychýlení - $P_i / 2$ (pro R2, R3, R4)	3,125

Oddělení jízdních pruhů

Fyzické oddělení jízdních pruhů na okružním jízdním pásu přispívá k bezpečnosti provozu. Tímto opatřením se zamezí možným průletovým úsekům v rizikových místech křižovatky a křížení vozidel na výjezdu. Rovněž řidiči mají větší pocit bezpečí před chováním ostatních účastníků provozu ve vedlejších pruzích.

Návrh fyzického oddělení jízdních pruhů se liší dle aktuálních potřeb. Na obrázku 17 a) je znázorněno fyzické oddělení pomocí betonového prvku, na obrázku 17 b) je fyzické oddělení upraveno pro použití v zimním období, například pro vozidla zimní údržby. Rozdíl těchto dvou prvků je v hladkém přechodu mezi vozovkou a tvarovkou. [10]



Obrázek 17 - Příklad oddělení jízdních pruhů [10]

Náběh fyzického oddělení tzv. „špice“ je proveden jako pozvolna zapuštěný prvek z betonu, popř. z kamenné dlažby.



Obrázek 18 - Příklad náběhu fyzického oddělení jízdních pruhů [10]

6.2.1 Zajištění shody rychlostí

K determinaci rychlosti okružní křižovatky je nutné stanovit nejrychlejší trasu vozidla, kterou umožňuje geometrické uspořádání křižovatky. Je to nejrychlejší trasa vozidla při absenci jakékoli dopravy a ignoraci vodorovného dopravního značení. [11]

Trasa vozidla s odstupem je dána:

- 1,5 m od hrany vozovky
- 1,5 m od osy vozovky
- 1,0 m od hrany vodícího proužku

Vztah mezi rychlostí vozidla a jeho vedením je dán vztahem:

$$v = \sqrt{127 \cdot R(0,01 \cdot p + f)} \quad (18)$$

kde:

v	návrhová rychlost [km/h]
R	poloměr směrového oblouku [m]
p	příčný sklon [%]
f	koeficient příčného tření, závislý na rychlosti vozidla [-]

Tabulka 26 - Návrhové rychlosti při průjezdu OK

		p [%]	R_i [m]	f_i	v_i [km/h]
R1	Poloměr nájezdové dráhy	2,5	58,7	0,23	43,20
R2	Poloměr dráhy na okruhu	2,5	33,3	0,26	34,70
R3	Poloměr výjezdové dráhy	2,5	29,8	0,28	33,70
R4	Poloměr dráhy pro levé odbočení	2,5	20,1	0,30	28,60
R5	Poloměr dráhy pro pravé odbočení	2,5	37,9	0,25	36,00

Zjištění rozdílu rychlostí při průjezdu vozidla:

Přímý směr: $v_a = |v_1 - v_2| = |43,2 - 34,7| = 8,5 \text{ km/h}$ (19)

$$v_b = |v_2 - v_3| = |34,7 - 33,7| = 1,0 \text{ km/h} \quad (20)$$

Odbočení vpravo: $v_c = |v_5 - v_1| = |36,0 - 43,2| = 7,2 \text{ km/h}$ (21)

Odbočení vlevo: $v_a = |v_1 - v_2| = |43,2 - 34,7| = 8,5 \text{ km/h}$ (22)

$$v_d = |v_2 - v_4| = |34,7 - 28,6| = 6,1 \text{ km/h} \quad (23)$$

Rozdíl rychlostí by měl být v nejlepším případě do 10 km/h, maximálně do 20 km/h. Z vypočítaných hodnot bylo zjištěno, že okružní křižovatka tomuto kritériu vyhoví. Výkres jízdních drah vozidel je uveden ve výkresové příloze.

6.3 Kapacitní výpočet - Varianta A

Pro zjištění vhodnosti navržených stavebních úprav byla spirálová okružní křižovatka posouzena kapacitně (bez navrženého SSZ). Výpočet kapacity byl proveden pro současný rok, tedy 2015, dle *TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek*. [9]

Tabulka 27 - Kapacitní posouzení spirálové okružní křižovatky bez SSZ

Rameno		A	B	C	D
Intenzita vjezdu	I_i [pvoz/h]	760	571,6	1179,3	842,7
Intenzita výjezdu	I_e [pvoz/h]	809,8	580,2	1124,4	839,2
Intenzita na okruhu	I_k [pvoz/h]	934,1	1172,3	573,2	854,9
Poloměr vjezdu	R_i [m]	10,5	19,1	20,9	25,6
Poloměr výjezdu	R_e [m]	38,2	25,7	24,7	20
Délka přechodu na rameni	d_p [m]	9	5,4	9	5,7
Kapacita vjezdu	C_i [pvoz/h]	1017	544	1373	727
Rezerva kapacity	Rez [pvoz/h]	257	-27,6	193,7	-115,7
ÚKD		B	F	B	F
Kapacita výjezdu	C_e [pvoz/h]	1385	1385	1396	1189
Stupeň vytížení	a_v	0,58	0,42	0,81	0,71

Z výsledků je patrné, že došlo ke zlepšení ÚKD na všech ramenech křižovatky, nejpatrnější je to na ramenech A, C. Na ramenech B a D došlo ke zlepšení, ale hodnoty rezervy kapacity jsou stále záporné, tudíž kapacitně toto řešení bez použití SSZ nevyhoví.

Kapacitní výpočet spirálové okružní křižovatky je uveden v příloze č. 4.

6.4 Varianta B - Spirálová okružní křižovatka řízená SSZ

Pro zajištění ÚKD je nutné na spirálové okružní křižovatce navrhnout SSZ. Stavební uspořádání této varianty je shodné s variantou A.

Umístění návěstidel

Na spirálové OK byly navrženy signály tříbarevné soustavy s plnými kruhovými signály pro vozidla a pro chodce. Na vjezdech ramen A, C jsou umístěna opakovací návěstidla nad vozovkou, která mají shodný obraz se základními návěstidly. Na výjezdech jsou umístěna základní návěstidla, která slouží výhradně pro chodce. Na ramenech B, D provoz není řízen.

Označení návěstidel

- Rameno A - VA, VA', PA, PA'
- Rameno C - VC, VC', PC, PC'
- Okružní jízdní pás - VB, VD

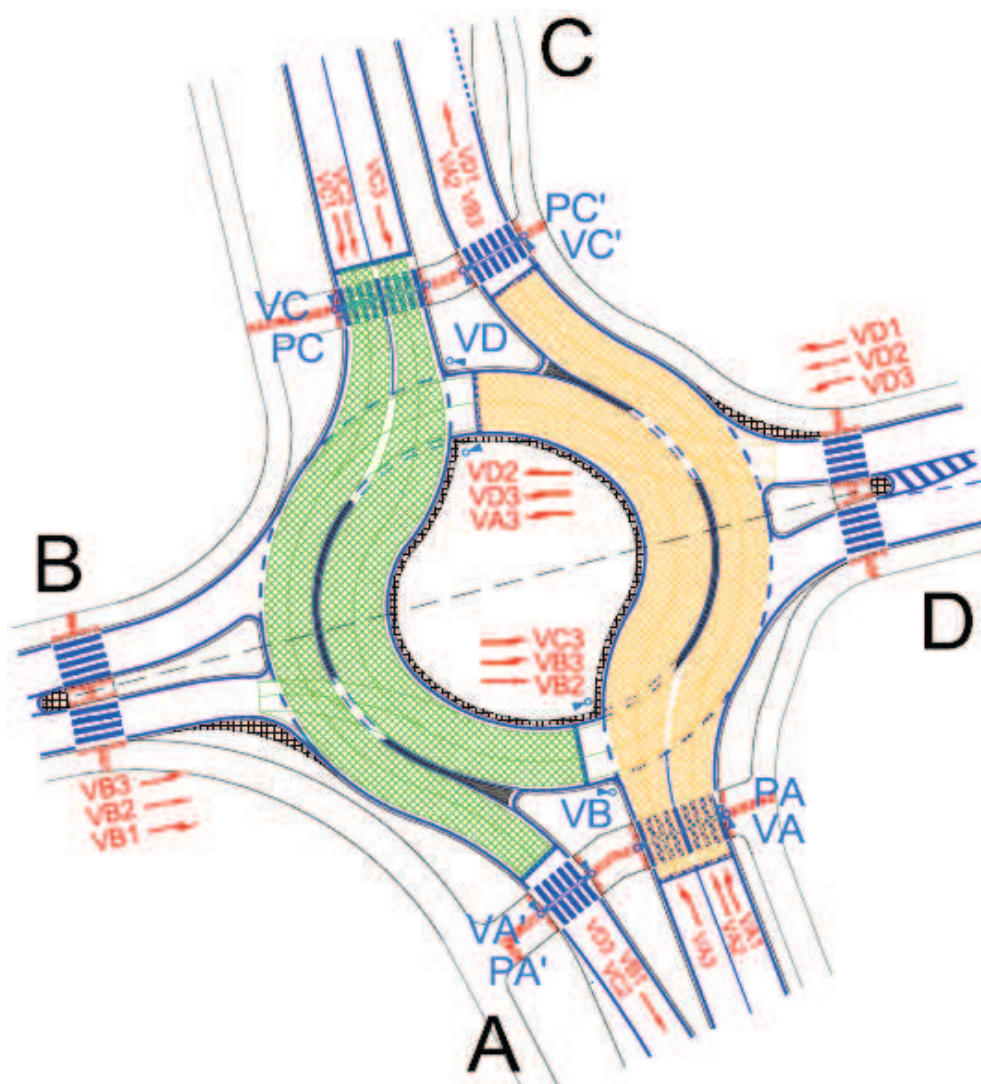
6.4.1 Metodika návrhu signálního plánu a kapacitního výpočtu

Pro výpočet mezičasů byla použita metoda saturovaného toku a obecné zásady výpočtu podle technických podmínek *TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích*. [12]

Pro potřeby výpočtu byla spirálová okružní křižovatka rozdělena na dvě stykové křižovatky řízené pomocí SSZ. Byly stanoveny délky najížděcích a vyklizovacích drah kolizních směrů vozidel, chodců a vypočteny mezičasy. Byla vypočtena kapacita stykových křižovatek se započítáním intenzit všech dopravních proudů, které se na dané stykové křižovatce nachází. Na základě výpočtu byly stanoveny délky signálů volno. Pro návěstidlo VA - 19 s, VC - 22 s.

Z důvodu zamezení kumulace vozidel na okružním jízdním pásu se musel signální plán sestavit tak, aby byla vozidla vjíždějící z ramen A, C schopna projet spirálovou okružní křižovatkou bez nutnosti zastavení. Dále bylo nutné umožnit průjezd vozidlům z ramen B a D, která nejsou řízena pomocí SSZ.

Průjezd vozidel v jednom směru se souběžným začátkem signálu volno na návěstidlech je zobrazen na obr. 19. Délka signálu volno byla prodloužena na okružním jízdním pásu (návěstidla VB, VD) a na výjezdu (návěstidla VA', VC') v závislosti na vzdálenosti návěstidel.



Obrázek 19 - Koordinace návěstidel pro vozidla VA, VD, VC' (VC, VB, VA')

Délka cyklu byla prodloužena v závislosti na vzdálenosti souběžných návěstidel o 10 s na návěstidle VD a o 9 s na návěstidle VB. Konečná délka cyklu je tedy $t_c = 69$ s.

Výpočet mezičasů je obsahem přílohy č. 5.

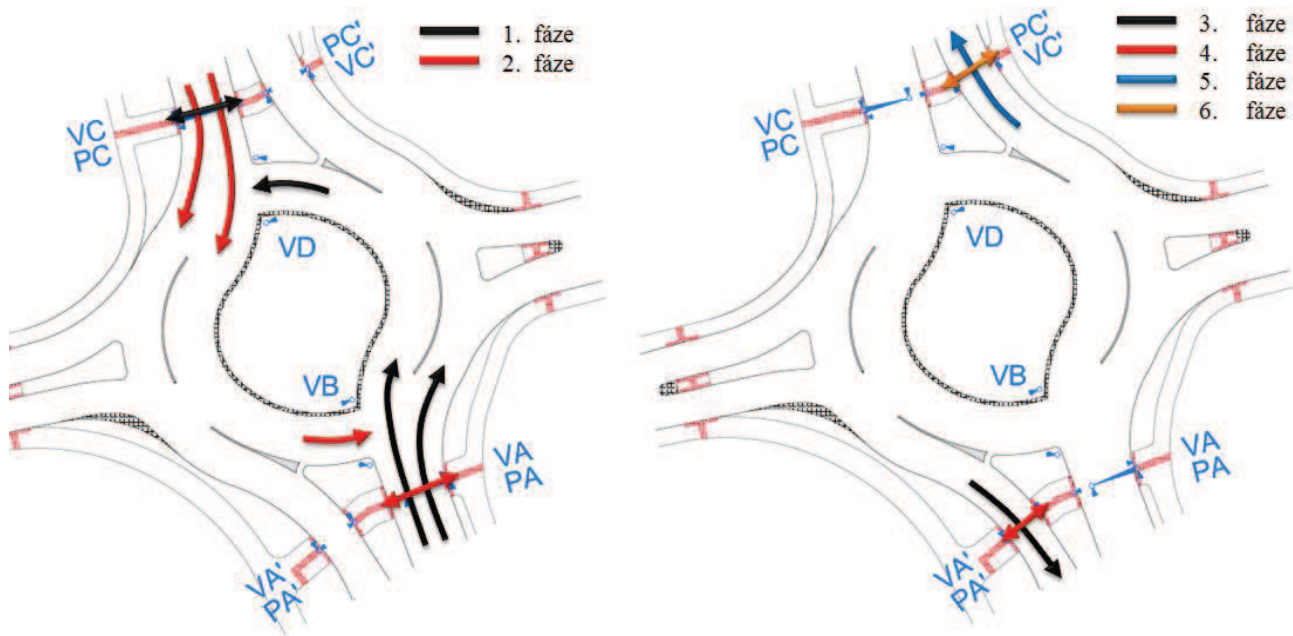
Fázové schéma

Dle metodiky návrhu signálního plánu bylo navrženo fázové schéma, které je sestaveno v návaznosti na plynulý průjezd vozidel křižovatkou z ramena B a D.

Základní fázové schéma je řešeno samostatně pro vjezd z ramene A (návěstidlo VA, PA) a pro vjezd z ramene C (návěstidlo VC, PC), kde byly navrženy dvě fáze (fáze 1, 2). Pro výjezd z ramena A bylo navrženo dvoufázové schéma (fáze 3, 4), taktéž pro výjezd z ramena C (fáze 5, 6).

Fázové schéma:

- Fáze 1 - VA, VD, PC
- Fáze 2 - VC, VB, PA
- Fáze 3 - VA'
- Fáze 4 - PA'
- Fáze 5 - VC'
- Fáze 6 - PC'



Obrázek 20 - Návrh I - Fázové schéma

6.5 Kapacitní výpočet - Návrh I - Varianta B

Uvažovaný stavební návrh spirálové OK má za následek zlepšení ÚKD, avšak k dosažení požadovaného stupně ÚKD jen stavební uspořádání nestačí. Se zabudováním SSZ na spirálové OK dojde ke zlepšení hodnot ÚKD.

Pro výhledové období roku 2040 byla spirálová okružní křižovatka kapacitně posouzena s navrženým SSZ.

Kapacitní výpočet byl proveden podle zásad uvedených v *TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek*. Intenzita dopravy, hodnoty koeficientů skladby dopravního proudu jsou uvedeny v následujících tabulkách. [13]

Tabulka 28 - Koeficienty skladby dopravního proudu pro světelně řízené křižovatky [13]

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ^{a)}	Nákladní vozidla a autobusy ^{b)}	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Světelně řízená křižovatka	0,5	0,8	1,0	1,7	2,5
a) včetně nákladních vozidel do 3,5 t					
b) nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy					

Tabulka 29 - Kapacitní posouzení spirálové okružní křižovatky řízené SSZ

Posuzovaný stav: Návrh I.							Délka cyklu t_c [s]	69	
Posouzení kapacity vjezdů, úroveň kvality dopravy									
Vjezd	I_v [pvoz/h]	z [s]	S_v [pvoz/h]	C_v [pvoz/h]	Rez [%]	L_{F1} [m]	t_w [s]	ÚKD	
								Dosažená	Požadovaná
VA1(>)	97,2	19	1988	904	89,24	1,99	6,55	A	C
VA2(^)	627,8	19	1896	862	27,15	12,84	14,05	A	C
VA3(<)	162,3	19	1920	873	81,40	6,64	7,01	A	C
VB2(^)	542,9	17	1910	745	27,10	24,84	16,38	A	D
VB3(<)	271,1	17	1960	764	64,53	12,40	9,91	A	D
VC1(>)	251,8	22	1956	990	74,58	4,66	6,22	A	C
VC2(^)	678,8	22	1898	961	29,38	12,56	11,73	A	C
VC3(<)	463,4	22	1914	969	52,19	17,16	8,04	A	C
VD2(^)	456,0	14	1906	644	29,23	22,64	17,75	A	C
VD3(<)	241,9	14	1958	662	63,45	12,01	11,53	A	C

Kapacitní výpočet spirálové okružní křižovatky je obsahem přílohy č. 6.

6.5.1 Zhodnocení Návrhu I - Varianta B

Z hodnot získaných výpočtem byl zjištěn kapacitní stav jednotlivých vjezdů spirálové okružní křižovatky řízené SSZ. Pro zhodnocení a posouzení kapacity je rozhodující ztrátový čas, ten je vyjádřen střední dobou zdržení t_w . Celková ÚKD je hodnocena dle nejméně příznivého stupně ÚKD na jednotlivých ramenech okružní křižovatky.

Vypočítaná doba zdržení byla nejdelší pro vjezdy z ramen B, D. Zde se pohybovala od 14 s do 18 s. Při následné úpravě a prodloužení délky cyklu se dá předpokládat zhoršení, tedy delší doba zdržení a tedy nižší stupeň ÚKD.

Pro komplexní zhodnocení návrhu byla vytvořena vizualizace v programu PTV Vissim. Výsledky simulace dopravního proudu jsou uvedeny v kapitole 8.

6.6 Ověření průjezdnosti

Součástí návrhu je posouzení průjezdnosti pro daný typ vozidla. Průjezdnost spirálovou okružní křižovatkou řízenou SSZ byla ověřena v programu AutoTURN na návěsovou soupravu s délkou 16,50 m.

Ověření průjezdnosti bylo provedeno při rychlosti 10 km/h. Vlečné křivky jsou uvedeny v příloze ve výkresové části.

7. NÁVRH II.

7.1 Okružní křižovatka řízená SSZ

Vzhledem k vysokým intenzitám dopravy na dané okružní křižovatce je nutné řízení pomocí SSZ. Možnou variantou by mohla být i průsečná křižovatka řízená SSZ, ale vzhledem k nutným stavebním úpravám a skutečnosti, že před přestavbou na okružní křižovatku se zde průsečná křižovatka již nacházela, bylo zvoleno jiné řešení.

Experimentálně byla řešena varianta současného stavu okružní křižovatky řízená SSZ na všech ramenech. Toto řešení umožňuje, bez nutnosti velkých stavebních úprav, zvýšit kapacitu okružní křižovatky.

Stavebně-technický stav

Stavebně-technický stav je shodný se současným stavem.

Přechody pro chodce

Stavební prvky jsou provedeny v souladu s vyhláškou 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Signální pásy přechodu jsou provedeny v min. délce 1,5 m a šířce 0,8 m. Varovný pás přechodu o šířce min. 0,4 m.

V souladu se sklonovými poměry je chodník snížen tak, aby výška obrubníku u hrany jízdního pásu byla ve výšce maximálně 20 mm. Varovné a signální pásy jsou provedeny z dlažebních kostek se speciální hmatovou úpravou pro zrakově postižené, dle TN TZÚS 12.03.04, v kontrastní červené barvě.

Umístění návěstidel

Na okružní křižovatce byly navrženy signály tříbarevné soustavy s plnými kruhovými signály pro vozidla a pro chodce. Na vjezdech ramen jsou umístěna opakovací návěstidla nad vozovkou, která mají shodný obraz se základními návěstidly.

Označení návěstidel

- Rameno A - VA, PA, PA'

- Rameno B - VB, PB, PB'
- Rameno C - VC, PC, PC'
- Rameno D - VD, PD, PD'

Pro výpočet mezičasů byla použita metoda saturovaného toku podle technických podmínek *TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích*. [12]

Pro potřeby výpočtu byly stanoveny délky najížděcích a vyklizovacích drah kolizních směrů vozidel, chodců a vypočteny mezičasy. Na základě intenzit dopravy jednotlivých směrů byl sestaven signální plán o délce cyklu $t_c = 95$ s.

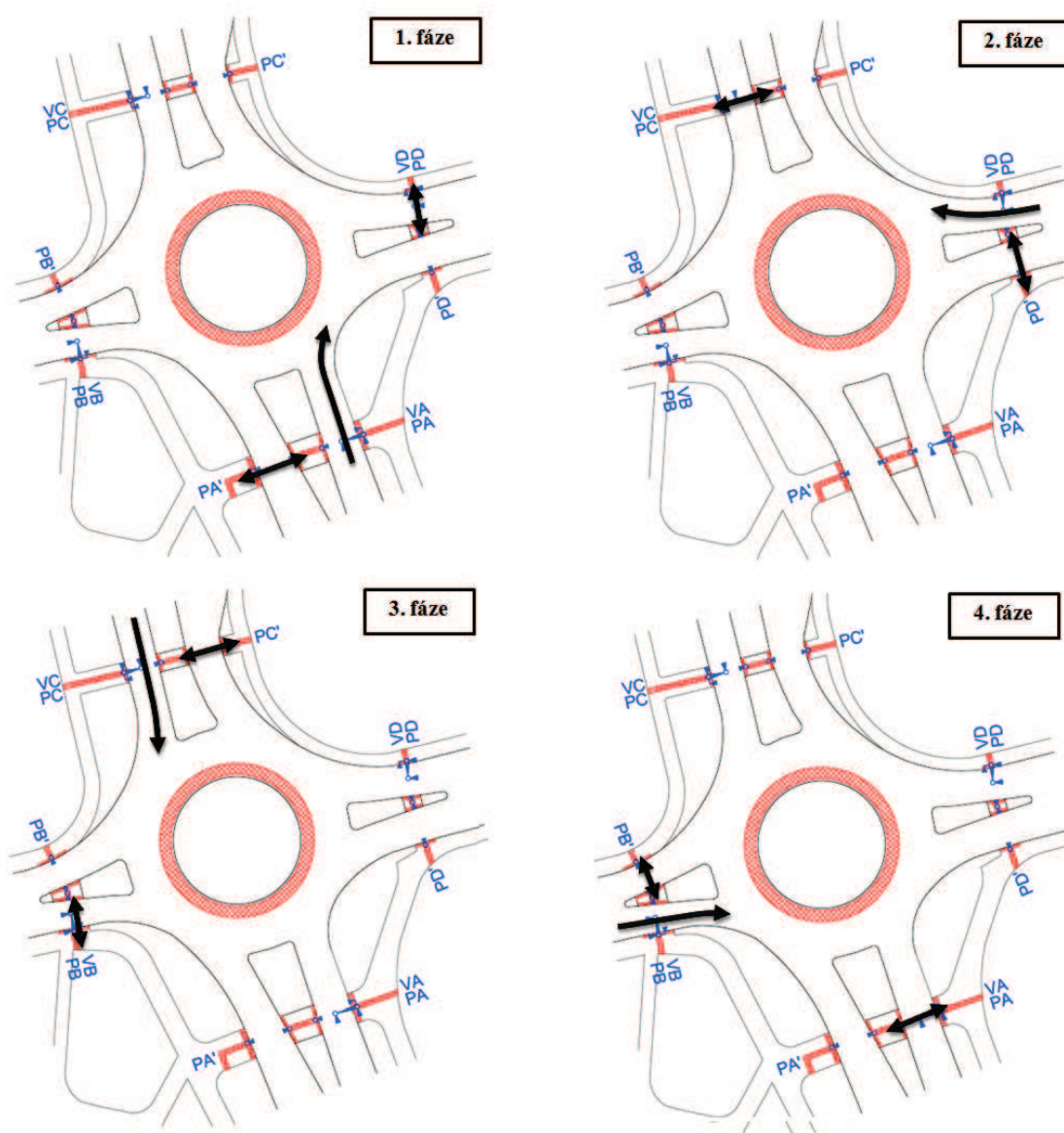
Fázové schéma

Na okružní křižovatce byl navržen pevný signální plán, který má 4 fáze. Délky fází a signální plán je uveden v příloze č. 7. Fázové schéma je zobrazeno na obr. 21.

Fázové schéma (délka zelené):

- Fáze 1 - VA (15 s), PD, PA'
- Fáze 2 - VD (13 s), PC, PD'
- Fáze 3 - VC (28 s), PB, PC'
- Fáze 4 - VB (19 s), PA, PB'

Výpočet mezičasů a signální plán jsou obsahem přílohy č. 7, 8.



Obrázek 21 – Návrh II - Fázové schéma

Pro zhodnocení návrhu byl využit program PTV Vissim. Zhodnocení je provedeno pomocí porovnání doby jízdy vozidla a doby zdržení. Výsledky simulace dopravního proudu jsou uvedeny v kapitole 8.

8. VIZUALIZACE

Vizualizace obou návrhů byly provedeny v programu PTV Vissim, což je software, který slouží k simulaci dopravy. PTV Vissim je schopen zobrazit účastníky silničního provozu včetně jejich interakcí v jednom modelu. Díky tomu se dá efektivně plánovat a optimalizovat doprava.

8.1 Způsob hodnocení - Vehicle travel time

Za pomoci programu PTV Vissim (8.00-02) byly provedeny simulace dopravního proudu, kde byla sledována doba zdržení a cestovní čas (Vehicle travel time). Pro komplexní hodnocení se sledovaly nejdelší trasy průjezdu křižovatkou u obou variant.

Z výsledků simulace byla získána doba zdržení při průjezdu křižovatkou pro jednotlivé směry a celková průměrná doba zdržení.

8.1.1 Návrh I - Varianta B

Z provedeného kapacitního výpočtu spirálové OK řízené pomocí SSZ byly získány hodnoty střední doby zdržení t_w pro jednotlivé dopravní proudy. Tyto hodnoty byly porovnány s dobou zdržení (delay) z programu PTV Vissim.

Tabulka 30 - Porovnání doby zdržení

Vjezd (kapacitní výpočet)	Vjezd	Vjezd (PTV Vissim)	Střední doba zdržení (kapacitní výpočet) t_w [s]	Delay (doba zdržení) [s]
z A do D	VA1(>)	---	6,55	---
z A do C	VA2(^)	1	14,05	13,20
z A do B	VA3(<)	2	7,01	22,92
z B do D	VB2(^)	3	16,38	30,21
z B do C	VB3(<)	4	9,91	37,13
z C do B	VC1(>)	---	6,22	---
z C do A	VC2(^)	5	11,73	7,06
z C do D	VC3(<)	6	8,04	11,68
z D do B	VD2(^)	7	17,75	29,37
z D do A	VD3(<)	8	11,53	24,43
Průměrná doba zdržení				17,24

Kapacitní výpočet byl řešen odděleně pro dvě stykové křižovatky řízené pomocí SSZ, střední doba zdržení t_w získaná pomocí výpočtu je menší než u provedené simulace. Doba zdržení (delay) dosahuje maximálně 37 s, a to odpovídá ÚKD na stupni C.

8.1.2 Návrh II

Stejné hodnocení bylo provedeno pro návrh II. Sledována byla doba zdržení (delay) a cestovní čas.

Tabulka 31 - Doba zdržení

Vjezd (kapacitní výpočet)	PTV Vissim 8.0-02	Delay (doba zdržení) [s]
z A do C	1	44,08
z A do B	2	6,55
z B do D	3	44,79
z B do C	4	50,89
z C do A	5	25,40
z C do D	6	32,70
z D do B	7	39,03
z D do A	8	20,09
Průměrná doba zdržení		35,36

Doba zdržení (delay) dosahuje maximálně 51 s, a to odpovídá ÚKD na stupni D.

8.2 Způsob hodnocení - Queue counters

Dále byl sledován počet zastavujících vozidel a délky front na stopčáře. Sčítače vozidel jsou umístěny na všech řízených vjezdech a výjezdech křižovatky.

Data získané ze simulace a jejich hodnocení jsou uvedeny v příloze č. 9.

9. HODNOCENÍ

Hodnocení bylo provedeno individuálně pro každou variantu řešení dané křižovatky s ohledem na bezpečnost, plynulost provozu a splnění požadavku na ÚKD.

9.1 Současný stav

Okružní křižovatka

Stavební uspořádání stávající OK řeší bezpečnost účastníků silničního provozu z hlediska počtu kolizních bodů (pouze odbočné a přípojné). Bezpečnost chodců je řešena použitím dělicích ostrůvků. Nedostatkem jsou chybějící varovné a signální pásy v místech přechodů pro chodce.

Současný stav okružní křižovatky nevyhovuje po kapacitní stránce aktuálním intenzitám dopravy. ÚKD je nevyhovující na všech ramenech okružní křižovatky (ÚKD na stupni F). Rezerva v bezpečnosti silničního provozu je podmíněna její hustotou a chováním řidičů. Tím roste i vyšší pravděpodobnost konfliktních situací a dopravních nehod.

- Z těchto hledisek se současná varianta nedá z hlediska ÚKD považovat za vyhovující.

9.2 Návrh I - Varianta A

Spirálová okružní křižovatka

Stavební řešení spirálové okružní křižovatky má za následek zlepšení ÚKD. Patrné je to především délkou fronty na vjezdu do OK. Tato varianta rovněž řeší bezpečnost a plynulost dopravy fyzickým oddělením jízdních pruhů na okruhu. Bezpečnost chodců byla zajištěna použitím dělicích ostrůvků a vhodnou úpravou povrchu komunikace pro pěší v místech přechodu pro chodce. Zlepšení ÚKD je ovšem nedostačující (ÚKD na stupni F).

- Tato varianta rovněž nevyhovuje požadavkům ÚKD.

9.3 Návrh I - Varianta B

Spirálová okružní křižovatka řízená SSZ

Umístěním SSZ na spirálové OK bylo docíleno vyšší plynulosti a bezpečnosti silničního provozu. Stavební uspořádání je shodné s variantou A.

Aplikovaný výpočet řešil odděleně dvě stykové křižovatky řízené pomocí SSZ. Tento způsob výpočtu splňoval požadavky TP, ale neřešil spirálovou OK jako jeden celek. Proto byla provedena simulace dopravy v programu PTV Vissim. Ze simulace byly získány potřebné hodnoty, a to zejména cestovní doba a doba zdržení.

ÚKD byla pomocí kapacitního výpočtu stanovena na stupni A, dle střední doby zdržení t_w . Doba zdržení určená pomocí programu PTV Vissim odpovídá stupni C - uspokojivá ÚKD. Pro křižovatky na silnicích I. třídy se požaduje ÚKD na stupni C. [14]

- Toto řešení splňuje požadavky na bezpečnost, plynulost provozu a ÚKD.

9.4 Návrh II

Tato varianta umožňuje díky využití SSZ zvýšit kapacitu okružní křižovatky. Stavební uspořádání je totožné se současným stavem. Vyšší bezpečnost chodců je zajištěna vybudováním hmatových úprav v místech přechodů pro chodce.

Hodnocení této varianty je založeno na výsledcích dopravního modelu vytvořeného v programu PTV Vissim. To znamená, že byla posuzována doba zdržení při průjezdu křižovatkou. V tomto případě odpovídá doba zdržení stupni D - dostatečná ÚKD. Pro křižovatky na silnicích I. třídy se požaduje ÚKD na stupni C. [14]

Problémem při návrhu byla nutnost čtyřfázového řízení a délky cyklu. Optimální délka se pohybuje v rozmezí 50 - 80 s, maximální 100 s (120 s). V tomto případě byla délka cyklu stanovena na 95 s. [12]

- Toto řešení splňuje požadavky bezpečnosti a plynulosti dopravy. Je však nevyhovující z hlediska ÚKD.

10 ZÁVĚR

V rámci studie byla analyzována plynulost a bezpečnost silničního provozu na křižovatce Rožnovská - Nádražní - Masarykova ve Valašském Meziříčí. Z naměřených údajů a potřebných výpočtů byla stanovena vhodná varianta, která má za následek zlepšení plynulosti dopravy a splnění požadovaného stupně ÚKD.

Mezi největší problémy na řešené OK patří vysoké intenzity dopravy. Dochází k velkému ovlivnění plynulosti a bezpečnosti provozu. V této práci byly navrženy možné varianty na úpravu současného stavu řešené křižovatky. Tyto varianty byly zhodnoceny v kapitole 8.

Pro návrh je nutné dodržení požadovaného stupně ÚKD pro výhledové období. Toto kritérium bylo splněno pouze u Návrhu I - Varianty B - Spirálová okružní křižovatka řízená SSZ. Problém spatřuji v menší míře informovanosti řidičů o provozu na spirálových okružních křižovatkách a jejich malém výskytu na území ČR. U tohoto návrhu byly použity prvky pro zvýšení bezpečnosti provozu, které by měly zamezit dopravním nehodám, umožnit plynulý provoz a poskytnout dostatečný komfort řidičům.

Výsledná varianta: **Návrh I - Varianta B - Spirálová okružní křižovatka řízená SSZ.**

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval své rodině, zejména svým rodičům za trpělivost a podporu jak při tvorbě diplomové práce, tak i po celou dobu studia. Svým přátelům za ochotu a rady. Také děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Vladislavu Křivdovi Ph.D. za profesionální vedení.

Seznam použité literatury

- [1] *Aktualizace generelu dopravy zlínského kraje* [cit. 2015-01-09].
Dostupné z: <http://www.kr-zlinsky.cz/aktualizace-generelu-dopravy-zlinskeho-kraje-cl-99.html>
- [2] *Město Valašské meziříčí* [online]. [cit. 2015-01-09]. Dostupné z:
<http://www.valasskemezirici.cz/doc/1046/>
- [3] *Mapy* [online] 2015 [cit. 2015-01-09]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/>
- [4] TP 189. *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, Technické podmínky*. 2. vyd. Plzeň: EDIP s.r.o., 2012.
- [5] TP 225. *Prognóza intenzit automobilové dopravy, Technické podmínky*. 2. vyd. Plzeň: EDIP s.r.o., 2012.
- [6] *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. [cit. 2015-09-28]. Dostupné z:
<http://www.jdvm.cz/cz/s477/Rozcestnik/Statistika-nehod-v-mape/c7346-Statisticke-vyhodnoceni-nehodovosti-v-silnicnim-provozu-ve-vybranem-spravnim-uzemi>
- [7] *Zvýšení vědeckotechnického potenciálu pracovníků a studentů technických vysokých škol v oblasti dopravy: Kapitola V. Dopravní nehodovost* [online]. 2009 [cit. 2015-10-08]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/97>
- [8] Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. 158 s.
- [9] TP 234. *Posuzování kapacity okružních křižovatek, Technické podmínky*. 1. vyd. Liberec: EDIP s.r.o., 2011.
- [10] PATOČKA, Miroslav. *Lipůvka – spirálová okružní křižovatka silnic I/43 a II/379*. Brno, 2014. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Martin Smělý.
- [11] *Příručka pro navrhování okružních křižovatek*. Praha: CityPlan, leden 2009, 116 s.
- [12] TP 81. *Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích II. vydání*. Brno: Ministerstvo dopravy ČR, 2006.
- [13] TP 235. *Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek, Technické podmínky*. 1. vyd. Liberec: EDIP s.r.o., 2011
- [14] ČSN 736102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích. změna Z2*. Praha: úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, červen 2012.

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Intenzita vozidel za dobu průzkumu I_m , 14:00–16:00.....	22
Tabulka 2 - Denní intenzita dopravy v den průzkumu I_d	25
Tabulka 3 - Týdenní průměr denních intenzit vozidel I_t	27
Tabulka 4 - Výsledná hodnota ročního průměru denní intenzity dopravy $RPDI$	28
Tabulka 5- Výsledná hodnota denní intenzity cyklistické dopravy [cykl/den]	29
Tabulka 6 - Výsledná hodnota denní intenzity pěší dopravy [ch/den]	30
Tabulka 7 - Stanovení špičkové hodinové intenzity dopravy	32
Tabulka 8 - Hodnoty koeficientu $k_{RPDI,50}$	35
Tabulka 9 - Padesátirázová hodinová intenzita dopravy získaná z $RPDI$	35
Tabulka 10 - Hodnoty padesátirázové intenzity dopravy [voz/h]	36
Tabulka 11 - Základní skupiny vozidel pro prognózu intenzit dopravy [5].....	36
Tabulka 12 - Typy komunikací pro prognózu intenzit dopravy [5]	36
Tabulka 13 - Koeficienty vývoje intenzit dopravy [5]	37
Tabulka 14 - Výhledové intenzit dopravy	38
Tabulka 15 - Příčina dopravních nehod.....	40
Tabulka 16 - Seznam dopravních nehod	41
Tabulka 17 - Relativní nehodovost od 1. 1. 2007 do 31. 7. 2015.....	42
Tabulka 18 - Klasifikační znaky Folprechtova symbolu.....	44
Tabulka 19 - Konfliktní situace za dobu průzkumu	45
Tabulka 20 - Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu [9]	48
Tabulka 21 - Přepočtené hodnoty hodinové intenzity dopravy	48
Tabulka 22 - Kapacitní posouzení současného stavu okružní křižovatky.....	50
Tabulka 23 - Přepočtené hodnoty hodinové intenzity dopravy pro výhledový rok	51
Tabulka 24 - Kapacitní posouzení výhledového stavu okružní křižovatky	52
Tabulka 25 - Rozměry návrhových prvků spirálové okružní křižovatky	55
Tabulka 26 - Návrhové rychlosti při průjezdu OK.....	57
Tabulka 27 - Kapacitní posouzení spirálové okružní křižovatky bez SSZ	58
Tabulka 28 - Koeficienty skladby dopravního proudu pro světelně řízené křižovatky [13]....	62
Tabulka 29 - Kapacitní posouzení spirálové okružní křižovatky řízené SSZ	62
Tabulka 30 - Porovnání doby zdržení.....	67
Tabulka 31 - Doba zdržení	68

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Poloha křižovatky [3]	14
Obrázek 2 - Detail řešené křižovatky [3].....	15
Obrázek 3 - Detail křižovatky a označení ramen [3].....	17
Obrázek 4 - Tvorba kolon na rameni C (ul. Masarykova) [3].....	18
Obrázek 5 - Tvorba kolon na rameni B (ul. Nádražní).....	19
Obrázek 6 - Přejíždění pro chodce na rameni A (ul. Masarykova)	19
Obrázek 7 - Přejíždění pro chodce na rameni B (ul. Nádražní).....	20
Obrázek 8 - Umístění stanoviště kamery [3].....	21
Obrázek 9 - Podíl jednotlivých druhů dopravy	23
Obrázek 10 - Pentlogram intenzit špičkové hodiny [voz/h].....	33
Obrázek 11 - Označení dopravních nehod v prostoru křižovatky [6]	39
Obrázek 12 - Trojmístný klasifikační symbol	43
Obrázek 13 - Znázornění konfliktní situace 4s1.....	46
Obrázek 14 - Záznam konfliktní situace 4sD3	47
Obrázek 15 - Znázornění konfliktní situace 4sD3.....	47
Obrázek 16 - Kartogram intenzit dopravy	49
Obrázek 17 - Příklad oddělení jízdních pruhů [10]	56
Obrázek 18 - Příklad náběhu fyzického oddělení jízdních pruhů [10].....	56
Obrázek 19 - Koordinace návěstidel pro vozidla VA, VD, VC' (VC, VB, VA').....	60
Obrázek 20 - Návrh I - Fázové schéma	61
Obrázek 21 – Návrh II: Fázové schéma	66

Přílohy

Grafická část

Příloha č. 1 – Intenzita dopravy

Příloha č. 2 – Výpočet kapacity - současný stav

Příloha č. 3 – Výpočet kapacity - výhled pro rok 2040

Příloha č. 4 – Návrh I - Varianta A - Výpočet kapacity

Příloha č. 5 – Návrh I - Varianta B - Výpočet mezičasů

Příloha č. 6 – Návrh I - Varianta B - Výpočet kapacity

Příloha č. 7 – Návrh II - Výpočet mezičasů

Příloha č. 8 – Návrh II - Signální plán

Příloha č. 9 – Zhodnocení simulace provozu

Výkresová část

Výkres č. 1.01 – Situace: Stavební uspořádání - stávající stav M 1:500

Výkres č. 1.02 – Situace: Dopravní značení - stávající stav M 1:500

Výkres č. 2.01 – Situace: Stavební uspořádání - Návrh I M 1:500

Výkres č. 2.02 – Situace: Dopravní značení - Návrh I M 1:500

Výkres č. 2.03 – Situace: Zajištění shody rychlostí - Návrh I M 1:1000

Výkres č. 2.04 – Situace: Zhodnocení záboru plochy - Návrh I M 1:500

Výkres č. 2.05 – Situace: Ověření průjezdnosti - Návrh I M 1:1000

Výkres č. 3.01 – Situace: Stavební uspořádání - Návrh II M 1:500

Výkres č. 3.02 – Situace: Dopravní značení - Návrh II M 1:500

Ostatní - DVD nosič

Dopravní průzkum

Vizualizace vytvořená v programu PTV VISSIM